

Schlussbericht vom 08.02.2023

zu IGF-Vorhaben Nr. 21594 N

Thema

RPAlog - Robotergesteuerte Prozessautomatisierung zur softwarebasierten Automatisierung administrativer Prozesse der innerbetrieblichen Lieferkette

Berichtszeitraum

01.01.2021 bis 31.12.2022

Forschungsvereinigung

Bundesvereinigung Logistik e.V. – BVL

Forschungseinrichtung(en)

Forschungseinrichtung 1: Institut für integrierte Produktion Hannover (IPH) gGmbH

Forschungseinrichtung 2: International Performance Research Institute (IPRI) gGmbH

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	IV
1. Einleitung	1
1.1 Ausgangssituation und Problemstellung.....	1
1.2 Hypothesen.....	4
1.3 Vorgehen im Forschungsprojekt.....	4
1.4 Abgrenzung zu bisherigen Forschungsprojekten.....	6
2. Gegenüberstellung angestrebter Ziele und erzielter Ergebnisse.....	7
3. RPA und die innerbetriebliche Lieferkette	10
3.1 Robotic Process Automation als Automatisierungstechnologie	10
3.2 Kriterien zur Einführung von RPA.....	12
3.3 Die innerbetriebliche Lieferkette als Untersuchungsbereich	16
3.4 Automatisierungspotenziale innerhalb der Prozesslandkarte ausgewählter Unternehmen des projektbegleitenden Ausschusses.....	17
4. Auswahl von Algorithmen zur Unterstützung von RPA-Anwendungen	25
4.1 Benötigte Daten für RPA-Lösungen	25
4.2 Algorithmen und Technologien für RPA-Anwendungen.....	25
4.3 Algorithmen die bei der Entscheidungsfindung unterstützen	32
5. Identifikation und Bewertung der erforderlichen Datenquellen	35
5.1 Verschiedene Arten von Datenquellen	35
5.2 Kriterien zur Datenqualität.....	37
5.3 Erhöhung der Datenqualität	38
5.4 Reifegradmodell zur Bewertung der Datenqualität von Prozessen	42
6. Einführungskonzept zur RPA-Umsetzung in KMU	48
6.1 Voraussetzungen einer erfolgreichen RPA-Implementierung	48
6.2 Die drei Phasen des RPA-Einführungskonzepts	49
6.3 Änderungen der Organisationsstruktur im Rahmen der RPA-Einführung	58
6.4 Etablierung eines Center of Excellence	59
7. Validierung und Bewertung der Fallstudien	63
7.1 Qualitative Bewertung.....	63
7.2 Quantitative Bewertung einer ausgewählten Fallstudie	72
8. Aufbau des Softwaredemonstrators	74
9. Verwendung der Zuwendung.....	76
10. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit	77
11. Wissenschaftlich-technischer und wirtschaftlicher Nutzen, Innovationsbeitrag..	78
12. Veröffentlichungen und Verbreitung der Ergebnisse in die Wirtschaft	80
Anhang.....	V
Literaturverzeichnis	VII

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Projektplan des Forschungsprojekt RPAlog	5
Abbildung 2: Hannoveraner Lieferkettenmodell (HaLiMo)	16
Abbildung 3: Ausgewählte Prozesse der innerbetrieblichen Lieferkette	18
Abbildung 4: Prozess 1: Warenannahme in der Fremdbezugsplanung	19
Abbildung 5: Prozess 2: Warenbestellung im Auftragsmanagement	20
Abbildung 6: Prozess 3: Versandabwicklung im Auftragsversand	21
Abbildung 7: Prozess 4: Planung der Produktion in der Eigenfertigungsplanung	23
Abbildung 8: Anwendungsbeispiel von OCR anhand einer Visitenkarte	27
Abbildung 9: Beispiel Regression Tree Learner	29
Abbildung 10: Kontrolle des Wareneingangs/-ausgangs ohne Image Recognition	30
Abbildung 11: Kontrolle des Wareneingangs/-ausgangs mit Image Recognition und RPA-Einbindung	30
Abbildung 12: Übersichtliche Darstellung der Einführungskriterien, RPA-Softwareanbieter sowie algorithmischer Methoden	32
Abbildung 13: Reifegradmodell: Digitalisierungsgrad	43
Abbildung 14: Reifegradmodell: Datenmenge	44
Abbildung 15: Reifegradmodell: Datenvarianz	45
Abbildung 16: Reifegradmodell: Datenformat	46
Abbildung 17: Reifegradmodell: Datenverantwortung	47
Abbildung 18: RPA-Einführungskonzept: Einführungsphase	49
Abbildung 19: Magic Quadrant for RPA 2021	51
Abbildung 20: RPA-Einführungskonzept: Hauptphase	54
Abbildung 21: RPA-Einführungskonzept: Wachstumsphase	56
Abbildung 22: RPA-Einführungskonzept: Änderungen der Organisationsstruktur	57
Abbildung 23: Zentralisiertes Center of Excellence	59
Abbildung 24: Beispiel für ein föderales Center of Excellence	61
Abbildung 25: Interaktive Prozesslandkarte	74
Abbildung 26: Bewertungstool	75
Abbildung 27: Heatmap	75

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Abgrenzung zu themenverwandten Forschungsprojekten	6
Tabelle 2: Zusammenfassung der Kriterien zur Einführung von RPA	15
Tabelle 3: Interviews zur Prozessaufnahme	18
Tabelle 4: Prozess 1: Potenzialanalyse	19
Tabelle 5: Prozess 2: Potenzialanalyse	21
Tabelle 6: Prozess 3: Potenzialanalyse	22
Tabelle 7: Prozess 4: Potenzialanalyse	23
Tabelle 8: Herkunft und Aktualisierungsfrequenz erforderlichen Daten	36
Tabelle 9: Maßnahmen und Ansätze zur Steigerung der Datenqualität	41
Tabelle 10: Gesamtkostenaufstellung RPA-Einführung	72
Tabelle 11: Personaleinsatz der Forschungseinrichtungen	76
Tabelle 12: Transfermaßnahmen während der Projektlaufzeit	80
Tabelle 13: Transfermaßnahmen nach Projektlaufzeit	83

1. Einleitung

1.1 Ausgangssituation und Problemstellung

Die **innerbetriebliche Lieferkette (inLi)** in Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus umfasst alle Bereiche von der Beschaffung bis zum Versand (Schäfers und Schmidt 2015; Schuh 2012). Sie ist geprägt von einer heterogenen Prozesslandschaft, oftmals einhergehend mit repetitiven, administrativen Aufgaben. Diese sind in der Regel mit hohem manuellem Aufwand sowie hohem Fehlerpotenzial verbunden. Ein Beispiel hierfür ist die manuelle Eingabe von Lieferscheinen in ein Enterprise-Resource-Planning-System (ERP-System). Selbst inkrementelle Verbesserungen helfen KMU bereits enorm, die Heterogenität der Prozesse in der inLi zu bewältigen. **Robotic Process Automation (RPA)** ist hierfür ein vielversprechender Ansatz. RPA bietet das Potenzial zur Automatisierung von administrativen Prozessen in der inLi, die bislang nicht automatisierbar erschienen. Bei RPA handelt es sich um einen Softwareroboter, der flexibel einsetzbar und **für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) aufwandsarm in bestehende Prozesse integrierbar** ist.

Bei der Einführung von RPA muss zwischen unterschiedlichen **Umsetzungsstufen** unterschieden werden, die durch die **Komplexität des zugrundeliegenden Prozesses** bedingt werden. Zur Automatisierung repetitiver, entscheidungsunkritischer Prozesse mit strukturierter Datengrundlage kann eine „klassische“ RPA-Lösung verwendet werden. Komplexere Prozesse mit unstrukturierten Daten erfordern bereits eine Erweiterung um kognitive Technologien wie Bild- oder Texterkennung (Kleehaupt-Roither und Unger 2018). Zu RPA zählen neben einfachen Imitationen des Nutzerverhaltens auch Machine Learning-basierte Expertenentscheidungen (Moitra 2018). Ein Beispiel ist im Kontext der inLi eine automatisierte und datenbasierte Entscheidung darüber, ob nach Wareneingang eine Rechnung freigegeben wird oder nicht.

RPA-Lösungen stellen gerade für KMU eine kostengünstige sowie aufwandsarme Alternative zur vollen Systemintegration dar. RPA bietet das Potenzial, den manuellen Aufwand zu minimieren und dadurch den Mitarbeitern **mehr Zeit für wertschöpfende Tätigkeiten** zu gewähren (Deloitte 2017).

Speziell in der inLi befindet sich die Anwendung von RPA noch in den Anfängen. Limitationen ergeben sich dabei nicht nur aus den technischen Möglichkeiten der Softwarelösungen, sondern auch aus anderen Bereichen wie der Kenntnis über geeignete Prozesse, der Akzeptanz der Mitarbeiter oder der verfügbaren Prozessdaten, die der RPA-Anwendung zugrunde liegen. Hieraus entstehen in unterschiedlichen Prozessen verschiedene Anforderungen an die Implementierung von RPA. Der **Forschungsbedarf** liegt in **der Identifikation von automatisierbaren Prozessen** in der inLi sowie der **KMU-gerechten Automatisierung dieser Prozesse unter Berücksichtigung der genannten (technologischen, datenbezogenen, organisatorischen und menschlichen) Anforderungen**.

Die inLi in verarbeitenden Unternehmen beinhaltet eine **Vielzahl an Prozessen, die durch repetitive, administrative Aufgaben geprägt sind**. Die Erfüllung dieser Aufgaben ist mit hohem manuellem Aufwand der Mitarbeiter verbunden. Beispiele sind die Überführung mittels Eingabe von papierbasierten Informationen in die digitale Form oder der Abgleich von eingehenden Rechnungen mit bestehenden Verträgen. Diese Aufgaben werden überwiegend manuell durchgeführt und gehen mit einem hohen Aufwand für die Mitarbeiter sowie einem hohem Fehlerpotenzial einher. Die Problematik ergibt sich daraus, dass Informationen wie ein Lieferschein in der Regel nicht digital vorliegen. Insbesondere KMU haben oft unterschiedliche Systeme wie das Qualitätsmanagement-System (QM) und das ERP-System, welche nicht integriert sind (d. h. keine Schnittstellen, bzw. keine vollständige Systemintegration). Dadurch wird keine durchgängige, digitale Datenübertragung ermöglicht.

RPA bietet das Potenzial zur Automatisierung dieser Prozesse. RPA hat sich als effizienzsteigernde Automatisierungstechnologie in Unternehmen erwiesen, die viele Arbeitsschritte von Mitarbeitern am PC obsolet macht und damit deren Arbeitsweise stark verändert (Roland Berger 2018). Im Zusammenhang mit RPA bezeichnet der Begriff „Roboter“ keinen klassischen Industrieroboter, sondern eine Software. Es handelt sich daher um Softwareroboter, die in die bestehende IT-Landschaft integriert werden können, sodass es nur geringfügiger Änderung der bestehenden Systeme und Softwarelösungen bedarf. Definiert wird RPA als „software to automate tasks previously performed by humans that use rules to process structured data to produce deterministic outcomes“ (Lacity und Willcocks 2018). Ein solcher Softwareroboter ist also beispielsweise in der Lage, einen Lieferschein automatisiert auszulesen und die wesentlichen Positionen wie Stückzahl oder Liefernummer in das ERP-System einzutragen. Demnach ist RPA insbesondere bei administrativen Tätigkeiten, die standardisiert und regelbasiert mit strukturierten Daten ablaufen, sehr gut geeignet: Mit marginalen Auswirkungen auf die bestehenden Anwendungen und Infrastruktur bietet RPA eine Lösung, welche die durchschnittliche Bearbeitungszeit von Prozessen bei geringerer Fehlerquote wesentlich reduziert (Künkele und Beukes 2019; Alexander et al. 2018). Auch semi-strukturierte Daten wie bspw. der Lieferschein lassen sich unter Einbezug kognitiver Technologien mit RPA erfassen. RPA kann folglich als kostengünstige Lösung innerhalb der eigenen Systemarchitektur verstanden werden und einen großen Beitrag zur Digitalisierung und der damit verbundenen Automatisierung administrativer Tätigkeiten in Unternehmen leisten. RPA-Lösungen stellen damit gerade **KMU eine kostengünstige Alternative zur vollständigen Systemintegration** bereit.

Der Nutzen von RPA ergibt sich insbesondere aus folgenden Punkten (Smeets et al. 2019):

- Der manuelle Aufwand der Mitarbeiter für administrative Aufgaben wird reduziert. Mitarbeiter haben dadurch mehr Zeit für wertschöpfende Tätigkeiten. → Freie FTE (Full Time Equivalent = Vollbeschäftigtenäquivalent) können in KMU direkt eingesetzt werden; mit freien FTE kann der akute Fachkräftemangel abgeschwächt werden (Stock-Homburg und Groß 2019).
- Fehler bei der Datenübertragung werden reduziert. RPA arbeitet grundsätzlich fehlerfrei und revisionssicher. → Reduzierte Fehlerrate

- Der Digitalisierungsgrad im Unternehmen wird sukzessive erhöht. Es besteht dabei kein Bedarf zur vollen Systemintegration. RPA nutzt bestehende Systeme übergreifend und ohne Systemveränderungen. → Sukzessive Digitalisierung

Eine **Automatisierung** der Prozesse in der inLi mittels RPA birgt demnach das Potenzial, die Defizite einer heterogenen Prozesslandschaft bei KMU zu überwinden. Zur erfolgreichen Einführung von RPA müssen jedoch zunächst geeignete Prozesse in der inLi identifiziert und die jeweils geeignete RPA-Lösung ausgewählt werden. Sie ist zudem mit unterschiedlichen Anforderungen in den Bereichen Technologie, Prozessdaten, Organisation und Mensch verbunden, die systematisch erfasst und erfüllt werden müssen. Dies ist ein auf Seiten der Wirtschaft erkanntes wissenschaftlich-technisches Problem. Insgesamt ergibt sich damit die folgende Zielsetzung für das vorliegende Forschungsvorhaben „RPAlog“.

Zielsetzung: Identifikation von automatisierbaren Prozessen in der inLi sowie die KMU-gerechte Automatisierung dieser Prozesse unter Berücksichtigung der technologischen, datenbezogenen, organisatorischen sowie menschlichen Anforderungen

Im Forschungsprojekt RPAlog wird diese Zielsetzung aufgegriffen und in einem strukturierten und systematischen Forschungsprozess unter Einbindung der Praxispartner dieses wissenschaftlich-technische Problem lösen. Die Forschungsfrage des Vorhabens lautet:

Forschungsfrage: Wie können KMU im verarbeitenden Gewerbe befähigt werden, durch die Nutzung von RPA zielgerichtet Automatisierungspotenziale in der innerbetrieblichen Lieferkette auszuschöpfen?

Aus der Forschungsfrage ergeben sich folgende **Teilfragen**:

1. Welche automatisierbaren Prozesse können in der inLi identifiziert werden und welche technologischen, datenbasierten, organisatorischen und menschlichen Anforderungen ergeben sich?
2. Welche Algorithmen zur Datenaufbereitung (z.B. Texterkennung, Bilderkennung) sowie Entscheidungsfindung (z.B. Assoziationsanalyse, Clusteranalyse, Entscheidungsbaumanalyse) ermöglichen eine Prozessautomatisierung mittels RPA?
3. Welche Basis an Prozessdaten wird benötigt, um die Algorithmen anzuwenden?
4. Wie muss ein KMU-gerechtes RPA-Einführungskonzept in der inLi ausgestaltet sein, das den technologischen, datenbezogenen, organisatorischen und menschl. Anforderungen gerecht wird?
5. Wie sieht eine Prozesslandkarte aus, die KMU eine Übersicht über mittels RPA automatisierbare Prozesse in der inLi gibt?

Der **Nutzen des Vorhabens „RPAlog“** ergibt sich aus der Automatisierung von repetitiven als auch entscheidungskritischen Prozessen in der inLi sowie der Vernetzung unterschiedlicher Systeme (z. B. ERP, MES, QM), ohne dass eine kostspielige vollständige Systemin-

tegration notwendig wird. Den Mitarbeitern bleibt durch die RPA-Nutzung mehr Zeit für wertschöpfende Aufgaben (Deloitte 2017). Die Akzeptanz und Offenheit gegenüber Digitalisierungsaspekten werden bei Mitarbeitern und Unternehmen weiter gefördert.

Durch die identifizierten Automatisierungsansätze soll langfristig eine erhöhte Profitabilität bei KMU angestrebt werden. Diese ergibt sich durch geringere Aufwände für administrative Aufgaben der inLi und einem damit einhergehenden Wegfall monotoner, repetitiver Schritte sowie einer reduzierten Fehlerquote in den Prozessabläufen. Eine geringe Fehlerquote und die Aufschlüsselung der einzelnen Prozessschritte steigert somit die Prozess- und Ergebnisqualität, die in großen Unternehmen durch integrierte Gesamtsysteme ermöglicht wird.

1.2 Hypothesen

Zur Beantwortung der Forschungsfrage und ihrer Teilfragen wurde eine Arbeitshypothese hergeleitet. Um diese zu bearbeiten, wurden des Weiteren 5 Teilziele formuliert. Am Ende des Abschlussberichts wird die Erreichung der Ziele kritisch überprüft (Kapitel 10).

Arbeitshypothese: Durch das in RPAlog entwickelte „Einführungskonzept für RPA in der inLi“ sowie der „interaktiven RPA-Prozesslandkarte“ werden KMU dazu befähigt, durch die Nutzung von RPA zielgerichtet Automatisierungspotenziale in der inLi auszuschöpfen.

Aus dem Forschungsziel ergeben sich folgende **Teilziele (TZ)**:

- **TZ I:** Identifikation von automatisierbaren Prozessen in der inLi und Ableitung von technologischen, datenbezogenen, organisatorischen und menschlichen Anforderungen
- **TZ II:** Identifikation von geeigneten Algorithmen zur Automatisierung der Prozesse mittels RPA (→ technologische Anforderungen)
- **TZ III:** Ermittlung und Aufbereitung der benötigten Basis an Prozessdaten, um die Algorithmen anzuwenden (→ datenbasierte Anforderungen)
- **TZ IV:** Entwicklung eines KMU-gerechten Einführungskonzepts für RPA in der inLi (→ organisatorische und menschliche Anforderungen)
- **TZ V:** Entwicklung eines Software-Demonstrators zur Unterstützung der Einführung von RPA inkl. interaktiver RPA-Prozesslandkarte für die inLi

1.3 Vorgehen im Forschungsprojekt

Das Forschungsprojekt RPAlog unterteilt sich in sieben Arbeitspakete. Die chronologische Bearbeitung der Arbeitspakete zielt auf die Beantwortung der zuvor festgelegten Teilfragen ab. Nachfolgender Projektplan stellt dabei das Vorgehen im Forschungsprojekt und die zugehörige Leistung der einzelnen Forschungseinrichtungen dar.

Projektplan																										
Forschungseinrichtung		IPH - Institut für Integrierte Produktion Hannover; IPRI - International Performance Research Institute																								
Beginn		operativer Projektstart: 01. März 2021																								
		1. Forschungsjahr												2. Forschungsjahr												Summe
Arbeitspakete		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	[Monate]
	Sitzungen des PA					●							●						●					●		
1	RPA-Prozesslandkarte (Anforderungen und Potenziale)			■	■	■	■	■	■																5	
			■	■	■	■																			3	
2	Auswahl von Algorithmen als Grundlage für RPA-Anwendungen					■	■	■	■	■															3	
				■	■	■	■	■																	4	
3	Identifikation und Bewertung der erforderlichen Datenquellen								■	■	■	■	■	■											4	
								■	■	■	■	■	■												4	
4	Entwicklung eines Einführungskonzepts zur RPA-Umsetzung in KMU													■	■	■	■	■							3	
													■	■	■	■	■								4	
5	Entwicklung eines Softwaredemonstrators															■	■	■	■	■	■	■			5	
															■	■	■	■							3	
6	Pilotierung in Fallstudien zur Validierung und Bewertung																		■	■	■	■	■		5	
																			■	■	■	■	■		5	
7	Dokumentation, Transfer und Projektmanagement			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	2	
				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	1	
																				■	IPH	27				
																				■	IPRI	24				

Abbildung 1: Projektplan des Forschungsprojekt RPAlog

1.4 Abgrenzung zu bisherigen Forschungsprojekten

Bei der Recherche zu themenverwandten Forschungsprojekten konnten keine Forschungsprojekte identifiziert werden, welche sich originär mit der Einführung von RPA-Anwendungen mit Fokus auf die inLi in KMU beschäftigen. In Tabelle 1 sind daher themennahe Forschungsprojekte aufgelistet, welche zwar inhaltliche Überschneidungen mit dem vorliegenden Forschungsvorhaben besitzen, jedoch keine RPA-spezifischen Herausforderungen in der inLi adressieren.

Tabelle 1: Abgrenzung zu themenverwandten Forschungsprojekten

Projekt	Inhalt	Abgrenzungsmerkmal von RPAlog
RPAsset (IGF-Vorhaben 20661 N)	Im AiF-Forschungsprojekt „RPAsset“ wird ein Einführungskonzept für die initiale Verwendung von Robotic Process Automation in Unternehmen entwickelt und erprobt.	Das Forschungsprojekt „RPAsset“ adressiert die Potenziale von repetitiven Aufgaben in nicht wertschöpfenden Bereichen eines Unternehmens. Administrative Prozesse im wertschöpfenden Bereich werden nicht betrachtet.
BASuccess (IGF-Vorhaben 20692 N)	Im Forschungsprojekt „BASuccess“ wird ein Einführungskonzept für Business Analytics in der Nahrungsmittelindustrie entwickelt.	Im Projekt „BASuccess“ wird ein Strukturgleichungsmodell entwickelt, um Einflussfaktoren für eine Einführung von Business Analytics zu erfassen. Die Automatisierung von Prozessen wird nicht berücksichtigt.
QuantiLoPe (IGF-Vorhaben 19223 N)	Im Forschungsprojekt „QuantiLoPe“ wurde eine quantitative Analyse und Bewertung der Ursachen einer geringen logistischen Performance entlang der innerbetrieblichen Lieferkette durchgeführt.	Zwar wurde die gesamte inLi im Projekt QuantiLoPe auf logistische Performance untersucht. Eine Untersuchung der administrativen Tätigkeiten in der inLi und damit einhergehender Potenziale wurde jedoch nicht durchgeführt.
KI.RPA (BMBF-FKZ: 01IS18022A-D)	Im BMBF-Verbundprojekt „KI.RPA“ wird ein selbstlernendes System entwickelt, welches das Prozesswissen automatisiert erfasst, analysiert und letztendlich einen intelligenten Softwareroboter erstellt.	Das Verbundprojekt „KI.RPA“ betrachtet die Verknüpfung von KI und RPA losgelöst von Branchen oder Prozessen. Technologische Ansätze bezüglich der Software können in RPAlog einfließen, jedoch berücksichtigt „KI.RPA“ prozessuale Anforderungen nicht.

2. Gegenüberstellung angestrebter Ziele und erzielter Ergebnisse

Im Rahmen des Forschungsprojekts werden die geplanten Ergebnisse anhand von 7 Arbeitspaketen hergeleitet. Im vorliegenden Kapitel werden die angestrebten Ziele und die erzielten Ergebnisse gegenübergestellt.

Arbeitspaket 1: RPAlog-Prozesslandkarte

Ziel: Analyse der Prozesskette der inLi, Kategorisierung von Prozessschritten und Anforderungen der RPA-Nutzung sowie Überführung in eine RPAlog-Prozesslandkarte

Ergebnisse: Im Rahmen des ersten Arbeitspakets wurden Prozesse der inLi auf ihre RPA-Tauglichkeit überprüft. Hierzu wurden auf Basis des HaLiMo gemeinsam mit drei Unternehmen verschiedene Prozesse analysiert. Es werden konkrete Prozessschritte aufgeführt und die Tauglichkeit eines jeden Schrittes auf die Durchführung durch RPA überprüft. Anhand der zuvor definierten Kriterien zur Einführung von RPA werden die Prozesse bewertet und dadurch ihr Gesamt-Einsparungspotenzial berechnet.

Arbeitspaket 2: Auswahl von Algorithmen als Grundlage für RPA-Anwendungen

Ziel: Identifikation geeigneter Algorithmen zur Aufbereitung der Datengrundlage sowie zur Analyse in Hinblick auf Entscheidungskomponenten (technologische Anforderungen)

Ergebnisse: Im zweiten Arbeitspaket wurden mehrere Algorithmen untersucht, die zur Unterstützung von RPA-Anwendungen beitragen können. Hierfür wurden gemeinsam mit drei Unternehmen verschiedene Algorithmen getestet. Die untersuchten Prozesse basieren dabei auf der in Arbeitspaket 1 erarbeiteten Prozesslandkarte. Konkret wurden die Technologien Optical Character Recognition, Image Recognition und ein Regression Tree Learner als Machine Learning Anwendung gemeinsam mit den Unternehmen getestet. Letzter wurde dabei mit der Freeware-Analysesoftware KNIME untersucht. Zudem wurde der Nutzen der Technologien hinsichtlich ihrer Eignung zur Entscheidungsfindung geprüft.

Arbeitspaket 3: Identifikation und Bewertung der erforderlichen Datenquellen

Ziel: Analyse der Informationsbedarfe zur Anwendung von RPA in den identifizierten Prozessen; Bewertung dieser in Hinblick auf die erforderliche Datenqualität sowie Entwicklung eines Konzepts zur Steigerung der Datenqualität (datenbasierte Anforderungen)

Ergebnisse: Das dritte Arbeitspaket beinhaltet die Identifikation und Bewertung erforderlicher Datenquellen zur Nutzung von RPA. Zunächst wurden die erforderlichen Datenquellen analysiert und strukturiert, um diese in einer zweidimensionalen Matrix (Di-

mensionen: Herkunft und Aktualisierungsfrequenz) darzustellen. Des Weiteren wurden in 6 Interviews mit Unternehmen konkrete Maßnahmen und Ansätze zur Steigerung der Datenqualität hergeleitet. Das im Antrag beschriebene Handbuch zur Datenqualitätsanalyse wird durch ein Reifegradmodell der Datenqualität ersetzt. Anhand verschiedener Datenkriterien können Unternehmen hiermit ihre eigene Datenqualität überprüfen und auf Basis dessen konkrete Handlungsmaßnahmen einleiten.

Arbeitspaket 4: Entwicklung eines Einführungskonzepts zur RPA-Umsetzung in KMU

Ziel: Entwicklung eines aufwandsarmen Einführungskonzepts (unter Berücksichtigung der organisatorischen und menschlichen Anforderungen)

Ergebnisse: Im Rahmen des vierten Arbeitspakets wurde ein Einführungskonzept zur Umsetzung von RPA entwickelt. Gemeinsam mit zwei Unternehmen wurden auf Basis mehrerer Gespräche mit Nutzern und Experten geeignete Maßnahmen zur unternehmensindividuellen Einführung von RPA-Anwendungen abgeleitet. Die Maßnahmen wurden anschließend in eine sachlogische Anordnung gebracht, um eine chronologische Durchführung der einzelnen Schritte gewährleisten zu können. Das Einführungskonzept unterteilt sich in drei Phasen, wobei insbesondere die ersten beiden Phasen (Einführungsphase und Hauptphase) Merkmale von KMU berücksichtigen. Zusätzlich wurden einhergehende Änderungen an der Organisationsstruktur des Unternehmens innerhalb der einzelnen Phasen ergänzt. Die Definition struktureller Veränderungen dient den Unternehmen dabei als Orientierung zur Bildung von konkreten Verantwortungsbereichen bei der Implementierung von RPA.

Arbeitspaket 5: Entwicklung eines Softwaredemonstrators

Ziel: Übersichtliche Darstellung möglicher Automatisierungspotenziale in der inLi für KMU

Ergebnisse: Die Ergebnisse wurden in einem Softwaredemonstrator zusammengefasst. Das mit VBA (Excel) programmierte Tool bietet den Unternehmen interaktive Möglichkeiten zur Nutzung der erarbeiteten Ergebnisse.

Arbeitspaket 6: Pilotierung in Fallstudien zur Validierung und Bewertung

Ziel: Umsetzung ausgewählter RPA-Anwendungsfälle durch Anwendung der zuvor erarbeiteten Methoden und Instrumente und anschließender Bewertung der qualitativen und quantitativen Effekte sowie Kosten von RPA-Anwendungen

Ergebnisse: Gemeinsam mit vier Unternehmen wurden die untersuchten Prozesse aus dem ersten Arbeitspaket validiert. Im Rahmen der qualitativen Untersuchung wurden zunächst Herausforderungen der RPA-Einführung benannt. Hierfür werden konkrete Ansätze zur Steigerung jedes Kriteriums zur RPA-Einführung beschrieben. Zusätzlich wird auf Basis von Erfahrungswerten der befragten Unternehmen eine exemplarische quantitative Analyse zur Einführung von RPA durchgeführt.

Arbeitspaket 7: Dokumentation, Transfer und Projektmanagement

Ziel: Verbreitung der im Forschungsvorhaben erarbeiteten Ergebnisse sowie zielgerichtete Projektbearbeitung durch systematisches Projektmanagement

Ergebnisse: Während der gesamten Projektlaufzeit wurden die erarbeiteten Ergebnisse dokumentiert. Die wesentlichen Inhalte werden im vorliegendem Abschlussbericht zusammengefasst. Zusätzlich wurden gemäß des im Antrag beschriebenen Transferplans verschiedene Maßnahmen zum Transfer der Forschungsergebnisse in die Praxis umgesetzt. Eine Zusammenfassung findet sich in Tabelle 12 wieder.

3. RPA und die innerbetriebliche Lieferkette

3.1 Robotic Process Automation als Automatisierungstechnologie

Durch die voranschreitende Digitalisierung gewinnen Automatisierungstechnologien zunehmend an Bedeutung. Die Unternehmen müssen sich dem dynamischen Geschäftsumfeld anpassen und neue Wege zur Effizienzsteigerung erschließen. Eine der Möglichkeiten hierfür bietet sich durch **Robotic Process Automation (RPA)**. Dabei werden **regelbasierte, wiederkehrende Geschäftsprozesse** über einen Softwareroboter automatisiert (Horváth 2019, S. 130f). Obgleich der Begriff Robotic Process Automation anderes vermuten lässt, sind damit ausdrücklich keine physischen Fertigungsroboter gemeint. Vielmehr handelt es sich um Programme die Prozesse über sogenannte Softwarebots automatisiert ausführen (Allweyer 2016, S. 1). Diese bearbeiten dabei einfache Tätigkeiten, die zuvor manuell von Mitarbeitern durchgeführt wurden.

Obwohl die Technologie bereits seit Jahrzehnten technisch erprobt und erforscht wird, hält sie erst seit einigen Jahren Einzug in die Unternehmen. Bereits in den 1980er Jahren wurden technologische Anwendungen zur Datenextraktion angewandt (Yeh et al. 2009, S. 184f.). Durch das automatisierte Auslesen können diese Anwendungen als ursprünglichste Form der heutigen RPA gesehen werden. Der HfS Research Gründer Phil Fersht prägte den Begriff RPA wesentlich, in dem er diesen 2012 erstmalig verwendete (Business Operations EVP HfS Research 2015; Lawton 2021). Die verbesserten technologischen Entwicklungen und eine steigende Anzahl an Anbietern ließen die Popularität von RPA-Anwendungen in den darauffolgenden Jahren steigen. Heute versteht sich RPA als Werkzeug, um mit **strukturierten Daten regelbasierte Prozesse zu automatisieren** (Lacity und Willcocks 2016, S. 2). Im Vergleich zu vorherigen Automatisierungslösungen unterscheidet sich RPA dahingehend, dass die Softwareroboter hierbei direkt über die vom Mitarbeiter angewandte Benutzeroberfläche auf die entsprechenden Anwendungen zugreifen (Stople et al. 2017; Hofmann et al. 2020). Während traditionelle Automatisierungen über das Backend mit den IT-Systemen kommunizierten, imitiert RPA das menschliche Verhalten im Laufe eines Prozesses (Aguirre und Rodriguez 2017, S. 66f). Dadurch ergeben sich zwei wesentliche Eigenschaften von RPA. Die erste ist die Einfachheit der Technologie, wodurch sie sich von intelligenteren Systemen abgrenzt. So ist RPA lediglich in simplen Prozessen implementierbar, die einen gewissen Komplexitätsgrad nicht überschreiten. Hierdurch unterscheidet sich RPA von der künstlichen Intelligenz, bei welcher die Algorithmen komplizierte Sachverhalte analysieren und durch ihre antrainierte Intelligenz selbstständig lösen (Yarlagadda 2018, S. 366). Die zweite wichtige Eigenschaft ist die aktive Rolle der Mitarbeiter. Diese müssen ihre zuvor manuell ausgeführten Prozesse so aufnehmen, dass diese auf Basis eines

Regelwerks vom Softwareroboter ausgeführt werden können (Leitner-Hanetseder et al. 2020, S. 554). Dadurch wird deutlich, dass die Partizipation der Mitarbeiter bei der Implementierung von RPA eine wesentliche Rolle spielt (Koch und Fedtke 2020, S. 34f.). Diese und weitere Kriterien, welche bei der Implementierung von RPA zu erfüllen sind, werden nachfolgend ausführlich beschrieben. Aufgrund der einfachen Funktionsweise von RPA-Anwendungen können diese leicht in die **bestehende IT-Infrastruktur eingegliedert** werden. Damit können sie als verknüpfendes Element zwischen der bestehenden IT-Landschaft und der täglichen Arbeit der Mitarbeiter fungieren. Beispielhaft kann hier das automatisierte Auslesen eines Lieferscheins durch einen Softwareroboter genannt werden, welcher daraufhin die Liefernummer in das bestehende ERP-System überträgt. Dadurch dass RPA keine tiefgreifenden Veränderungen an der IT-Infrastruktur vornimmt, wird die Technologie als Lightweight IT bezeichnet (Allweyer 2016, S. 2). Eine Lightweight IT zeichnet sich durch eine schnelle Implementierung sowie die geringe Investitionskosten aus und dient der Unterstützung von Geschäftsprozessen (Petersen und Schröder 2020, S. 1130f.).

Durch diese Eigenschaften bieten sich den Unternehmen zahlreiche Vorteile bei der Nutzung von RPA. Für die Mitarbeiter verringert sich der manuelle Aufwand administrativer Aufgaben, wodurch mehr **Zeit für wertschöpfende Tätigkeiten** entsteht. Dadurch können die Mitarbeiter flexibler eingesetzt und so dem Fachkräftemangel entgegengewirkt werden (Stock-Homburg und Groß 2019, S. 122f.). Ein weiterer Vorteil ergibt sich in der Reduktion von Fehlern. Während bei der manuellen Abwicklung von Geschäftsprozessen menschliche Fehler (z.B. bei der Datenübertragung) entstehen, arbeitet RPA fehlerfrei. Bei einer fachgerechten Ausgestaltung des Softwarebots wird daher die Fehlerrate verringert. Außerdem wird durch den Einsatz von RPA der Digitalisierungsgrad des Unternehmens sukzessive erhöht. Da RPA auf bereits bestehende IT-Systeme zugreift und als übergreifende Anwendung keine Systemveränderungen vornimmt, können weitere digitale Entwicklungen aufbauend vorangetrieben werden (Smeets et al. 2019, S. 31).

Aufgrund der Einfachheit der Technologie und den sich daraus ergebenden Vorteilen kann RPA in vielen Branchen und Abteilungen eingesetzt werden. Einer Studie der OECD zu Folge können bis zu 50% der aktuellen Jobs durch die Automatisierung ersetzt oder stark beeinflusst werden (OECD 2018). Insbesondere in Bereichen mit **vielen administrativen Tätigkeiten** ist die Automatisierungsquote hoch. Eine Studie von Kokina et al. untersuchte 2021 die Auswirkungen der Automatisierung auf die Arbeit im Rechnungswesen. Über Experteninterviews leiteten die Autorinnen neue Charakteristika von Mitarbeitern des Rechnungswesens ab. Das Identifizieren und Erläutern von RPA-Potenzialen sind dabei zwei wesentliche Aspekte des neuen Rollenverständnisses (Kokina et al. 2021, S. 158). Obwohl die Weiterentwicklung des Personals bei vielen Unternehmen bereits lange praktiziert wird, fürchten sich die

Mitarbeiter dennoch vor neuen Technologien. Im Rahmen einer RPA-Implementierung kommt die Befürchtung auf, ihre Tätigkeiten könnten automatisiert und ihre Stellen rationalisiert werden. Diese Sorge scheint laut einer McKinsey Studie unbegründet, da bisher keine wesentliche Reduktion an Arbeitsplätzen festgestellt werden konnte (McKinsey 2015). Nichtsdestotrotz ist die Annahme korrekt, dass im Vergleich zu anderen Technologien wie der künstlichen Intelligenz insbesondere Jobs auf niedrigerem Level von RPA-Anwendungen beeinflusst werden (Cooper et al. 2019, S. 16f.). An diesen Arbeitsplätzen soll über die **automatisierte Abwicklung von Geschäftsprozessen** die Steigerung der Produktivität vorangetrieben werden. So ist es bspw. einem Finanzdienstleistungsunternehmen gelungen die Prozesslaufzeit im Reporting durch RPA um 67% zu steigern (Langmann und Turi 2020, S. 10).

3.2 Kriterien zur Einführung von RPA

Da RPA eine Software zur Automatisierung von repetitiven, regelbasierten Prozessen darstellt, ergeben sich vielseitige Einsatzmöglichkeiten, die RPA unabhängig von Branchen oder Abteilungen implementierbar machen. Eine ordnungsgemäße Einführung hängt dabei von verschiedenen Kriterien ab. Diese Kriterien sind als Anforderungen zu verstehen, welche erfüllt sein müssen, damit ein Prozess als RPA-tauglich eingestuft werden kann. Um die Kriterien zur **RPA-Einführung** strukturiert zusammenfassen zu können, soll den einzelnen Kriterien ein Rahmenwerk zu Grunde liegen. Hierfür wird das **TOM-Modell** von Bullinger et al. herangezogen. Dieses stammt aus dem Wissensmanagement und dient dazu Informationen aus verschiedenen Blickwinkeln zu betrachten. Die drei Kategorien des TOM-Modells umfassen die Technologie, die Organisation und den Mensch (Bullinger et al. 1998, S. 21f.). Aufgrund der starken technologischen Ausprägungen die RPA mit sich bringt, soll das vorliegende Modell um die Kategorie „Datenquellen“ erweitert werden. Damit betrachten die Kategorien Technologie und Datenquellen die technologische Sicht und die Kategorien Organisation und Mensch die unternehmensinterne Sicht einer RPA-Einführung. Nachfolgend werden alle Kriterien zur Einführung von RPA den einzelnen Kategorien zugeordnet und abschließend zusammengefasst.

Mit der **technologischen Sicht** beginnend, stellt sich zunächst die Frage, welche Grundvoraussetzungen RPA mit sich bringt. Nach dem aktuellen Stand der Technik automatisiert ein Softwarebot wiederkehrende, regelbasierte Prozesse. Damit liegen bereits zwei notwendige Kriterien einer RPA-Einführung vor. Zum einen muss der Prozess klaren Regeln folgen. Die Entscheidungen, die der Roboter trifft, müssen daher **auf Regeln basieren**, die vorher klar festgelegt werden können (Isensee und Reuschenbach 2018, S. 4). Dabei ist es zudem wichtig, dass der Prozess keine Entscheidungskomponenten hat. Solche Komponenten beinhalten Entscheidungsknoten, bei denen der Softwarebot selbstständig mit Hilfe der

antrainierten Intelligenz Entscheidungen trifft. Aufgrund der Einfachheit der RPA-Technologie hat diese jedoch keine künstliche Intelligenz und kann daher solche Entscheidungen nicht selbstständig treffen. Die vorher definierten Regeln helfen daher dem Softwarebot den Prozess ohne menschliche Interaktion durchzuführen. Das zweite wichtige Kriterium, welches sich aus der Definition von RPA ableitet, ist die Wiederkehr des Prozesses. Aus ökonomischer Sicht ist es nur sinnvoll einen Prozess zu automatisieren, wenn dieser häufig genug auftritt. Sollte ein Prozess bspw. lediglich ein Mal im Jahr abgewickelt werden müssen, lohnt es sich nicht diesen mit einer RPA-Anwendung zu automatisieren. Vielmehr kann dieser eine Schritt weiterhin manuell vom Mitarbeiter durchgeführt werden. Die **Anzahl an Prozessdurchläufen** ist daher als weiteres Kriterium zur RPA-Einführung aufzunehmen (Smeets et al. 2019, S. 11). Darüber hinaus spielt der Komplexitätsgrad des betrachteten Prozesses eine wichtige Rolle. Aufgrund der begrenzten Gestaltungsmöglichkeiten von RPA sollte der Prozess nicht zu viele Ausnahmen aufweisen. Ein gewisses Maß an Standardisierung ist wichtig, damit die Ausgestaltung des Softwarebots nicht mehr Arbeit benötigt als sie Nutzen mit sich bringt (Wanner et al. 2019, S. 5). Der abschließende Punkt innerhalb der Kategorie „Technologie“ beinhaltet die **Prozessreife**. Die Reife ist entscheidend, um festzustellen, wie erprobt ein Prozess ist. Damit soll garantiert werden, dass potenziell auftretende Herausforderungen bereits bekannt sind und so in die Entwicklung des RPA-Bots einfließen können (Schumacher et al. 2016, S. 162).

Die zweite Kategorie der technologischen Sicht betrachtet die **Datenquellen**. Um RPA zielgerecht einführen zu können, müssen vorab die zur Verfügung stehenden Daten sowie die bestehende IT-Landschaft betrachtet werden. Grundsätzlich ist es daher notwendig, dass alle für den Prozessablauf notwendigen Daten zur Verfügung stehen. Sollte dies nicht der Fall sein, gilt es zu prüfen, ob die Daten leicht beschafft werden können. Als Beispiel hierfür kann die **digitale Verfügbarkeit der Daten** genannt werden. Sollten notwendige Daten lediglich in physischer Form vorliegen (bspw. Verträge), müssen diese erst digitalisiert werden, damit der RPA Roboter den Prozess automatisiert durchführen kann (Oza et al. 2020, S. 1f.). Neben der Verfügbarkeit der Daten, müssen diese auch in hinreichend **guter Qualität** vorliegen. Von schlechter Qualität kann die Rede sein, wenn die Daten lediglich in unstrukturierter Form vorliegen oder Fehler (z.B. Tippfehler, Unvollständigkeit...) enthalten sind (Radke et al. 2020, S. 129). Auch hier gilt es zu prüfen, wie hoch der Mehraufwand ist, um diese Daten qualitativ aufzuwerten. Das abschließende Kriterium der Datenquellen bezieht sich auf die **Systemschnittstellen** innerhalb der IT-Landschaft. Wie bereits zu Anfang erwähnt, ist ein Softwarebot grundsätzlich in die IT-Landschaft integrierbar. Es ist jedoch zu überprüfen ob die Systeme reibungslos miteinander vereinbar sind, da RPA-Anwendungen ihre Daten aus Excel, ERP-Systemen o.Ä. ziehen. Hierbei ist es entscheidend, ob die RPA-Anwendung mit der bestehenden IT-Landschaft kompatibel

ist und so ein zuverlässiger Datenfluss gewährleistet werden kann (Willcocks et al. 2015, S. 34).

Die folgenden zwei Kategorien stellen die unternehmensinterne Sicht dar. Zunächst sollen die hierbei zu erfüllenden Kriterien der Organisation betrachtet werden. Eine grundlegende Bedingung an eine Organisation ist ein hinreichender **Digitalisierungsgrad**. Je digitaler ein Unternehmen bereits aufgestellt ist, desto einfacher können neue technologische Anwendungen implementiert werden. Zudem beeinflusst der Grad der Digitalisierung andere Kriterien wie z.B. die elektronische Erfassung physischer Dokumente im Rahmen der Datenqualität. Zwei weitere Kriterien umfassen die **Prozessexpertise** sowie die **Verantwortlichkeiten** innerhalb des Automatisierungsprozesses. Bei der Prozessexpertise stellt sich die Frage, inwiefern Mitarbeiter vorhanden sind, die den Prozess und den dahinterstehenden Inhalt kennen und verstehen. In einigen Unternehmen werden hierfür sog. Center of Expertise (CoE) gebildet, um das Prozesswissen aus mehreren Blickwinkeln zu bündeln. Organisatorisch sind RPA-Teams daher zumeist aus Experten mehrerer Fachbereiche gebildet (Camin 2018, S. 34). Innerhalb dieser Teams müssen zudem die Verantwortlichkeiten geprüft werden. Bei der Einführung von RPA muss bei der Zusammensetzung interdisziplinärer Teams vorab geklärt werden, wer prozessverantwortlich ist. Dabei ist es möglich einen Projektleiter für die Steuerung und Koordination des Projekts einzusetzen oder die Verantwortung direkt in den Fachbereich (z.B. Abteilungsleiter) zu geben (Smeets et al. 2019, S. 63f.). Das abschließende Kriterium aus Sicht der Organisation stellt den **Risikofaktor** dar. Dabei müssen alle möglichen Risiken mit in die Entscheidung einer RPA-Einführung einfließen. Hierzu zählen bspw. die Fehleranfälligkeit eines Prozesses oder potenzielle Auswirkungen durch den Ausfall eines Prozesses. Zudem muss das Sicherheitsrisiko in Bezug auf die IT-Landschaft geprüft werden, um folgenschwere Fehler vorab auszuschließen (Willcocks et al. 2015, S. 34f.).

Die zweite Kategorie der unternehmensinternen Sicht umfasst den Menschen. Hierbei ist es zunächst wichtig, dass die Mitarbeiter die Einführung einer **neuen Technologie akzeptieren**. Von einer hohen Technologieakzeptanz kann ausgegangen werden, wenn die Einführung einer Innovation bei den davon betroffenen Mitarbeitern positive Reaktionen auslöst (Abel et al. 2019, S. 4). Die Furcht den Job zu verlieren, könnte hierbei die Motivation der Mitarbeiter verringern. Ein möglicher Ansatz die Akzeptanz zu erhöhen, ist das klare Aufzeigen von Effizienzgewinnen für die Mitarbeiter. Dabei soll eine klare Vorstellung über die Verwendung der freien Kapazitäten gemeint sein. Die Mitarbeiter an Arbeitsplätzen, die von RPA beeinflusst werden, müssen sich vorab bewusst sein, welche Vorteile dies für die tägliche Arbeit hat. So kann die dadurch entstehende freie Arbeitszeit genutzt werden, um sie in wertschöpfende Tätigkeiten zu investieren (Schuh et al. 2013, S. 85f.). Abschließend handelt das letzte Kriterium von

den möglicherweise entstehenden **Wissensverlusten**. Durch die Automatisierung eines Prozesses, führen weniger Mitarbeiter den Prozess manuell aus. Dadurch kann es passieren, dass zu einem gegebenen Zeitpunkt niemand mehr weiß wie der Prozess eigentlich durchzuführen ist, da er mittlerweile automatisiert ausgeführt wird (Croon und Czarnecki 2021, S. 135f.).

Nachfolgend werden die einzelnen Kriterien zur Einführung von RPA zusammengefasst. Dabei werden sie in tabellarischer Form den einzelnen Kategorien Technologie, Datenquellen, Organisation und Mensch zugeordnet:

Tabelle 2: Zusammenfassung der Kriterien zur Einführung von RPA

Technologie
<ul style="list-style-type: none"> • Regelbasiertheit: Ist der Prozess regelbasiert oder beinhaltet er Entscheidungskomponenten die menschlicher Interaktion bedürfen? • Frequenz: Wie häufig wird der Prozess durchgeführt? • Komplexität: Wie hoch ist die Komplexität des Prozesses einzuschätzen? • Prozessreife: Ist der Prozess bereits ausgereift und damit hinreichend verstanden?
Datenquellen
<ul style="list-style-type: none"> • Datenverfügbarkeit: Sind die notwendigen Daten verfügbar, bzw. können sie leicht beschafft werden? • Datenqualität: Sind die Daten in notwendiger Qualität verfügbar oder müssen sie mit zusätzlichem Mehraufwand aufbereitet werden? • Systemschnittstellen: Wie viele Systemschnittstellen weist der Prozess auf (z.B. ERP-System, Dokumentation, gesonderte Dateien wie Excel-Dokumente)
Organisation
<ul style="list-style-type: none"> • Digitalisierungsgrad: Wie hoch ist der Digitalisierungsgrad im Unternehmen? • Prozessexpertise: Sind Expertenmitarbeiter vorhanden, die andere über den Prozess, die IT usw. bescheid wissen? • Verantwortlichkeiten: Können die Verantwortlichkeiten der einzelnen Prozessschritte abgesteckt werden? • Risiko: Wie Risikobehaftet ist der Prozess, d.h. wie wahrscheinlich sind Fehler und wie schwerwiegend sind Prozessausfälle?
Mensch
<ul style="list-style-type: none"> • Mitarbeitermotivation/-akzeptanz: Wie motiviert sind die Mitarbeiter bzw. wie sehr akzeptieren sie neue Technologien? • Wissensverlust: Könnte durch die Automatisierung via RPA Wissen verloren gehen?

3.3 Die innerbetriebliche Lieferkette als Untersuchungsbereich

Zur fokussierten Durchführung des Projekts wurde die Einführung von RPA-Anwendungen in der **innerbetrieblichen Lieferkette** betrachtet. Diese umfasst alle Bereiche von der Beschaffung bis zum Versand (Schmidt und Schäfers 2015, S. 775f.). Zudem sind die Mitglieder des projektbegleitenden Ausschusses (fortan: pA) im Maschinen- und Anlagenbau tätig. Dadurch operieren zwar einerseits alle Unternehmen in einem ähnlichen Geschäftsbereich, weisen jedoch aufgrund der unterschiedlichen Produkte und Produktionsarten heterogene Prozesslandschaften auf. In der Literatur wird der Begriff der „**Intralogistik**“ synonym für die innerbetriebliche Lieferkette verwendet. Die Intralogistik wird dabei definiert als die Organisation und Steuerung des innerbetrieblichen Materialflusses (Schieweck et al. 2016, S. 7). Dabei werden sowohl die Informationsströme als auch die Warenumschnläge durchgeführt und optimiert (VDMA 2003). Unter dem Begriff Intralogistik werden daher alle innerbetrieblichen Materialflüsse in Industrie, Handel und öffentlichen Einrichtung verstanden, wobei die Größe der Unternehmung keine Rolle spielt (Arnold 2006, S. 5f.). Um die Wirkungszusammenhänge der Produktionsplanung und –steuerung untersuchen zu können, wurde vom Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) das **Hannoveraner Lieferkettenmodell (HaLiMo)** entwickelt. Die Kernprozesse des Referenzmodells und deren Zusammenhänge sind in Abbildung 1 schematisch dargestellt.

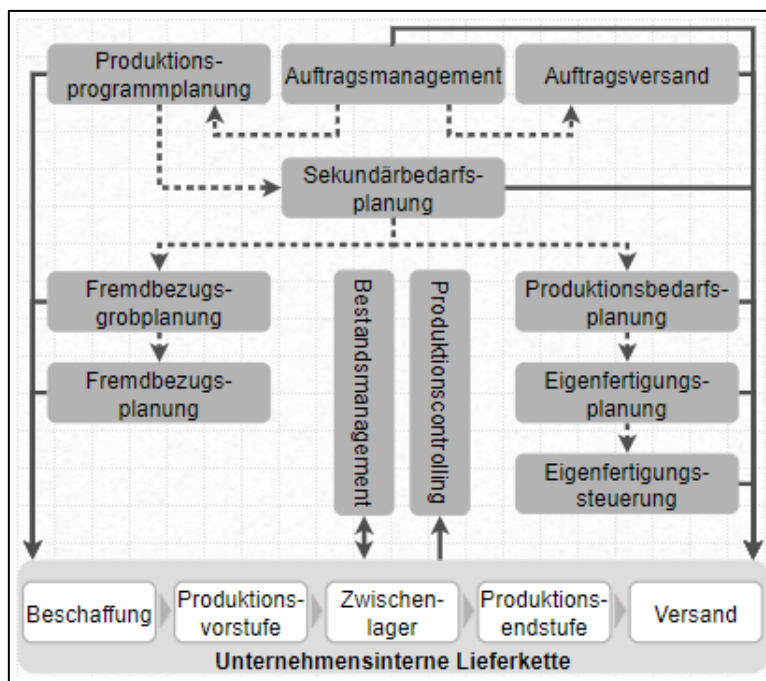


Abbildung 2: Hannoveraner Lieferkettenmodell (HaLiMo)¹

¹ Eine interaktive Karte des HaLiMo kann unter <https://www.halimo.education/> gefunden werden.

Im Hannoveraner Lieferkettenmodell wird die Abwicklung der innerbetrieblichen Lieferkette - auch unternehmensinterne Lieferkette oder Intralogistik - beschrieben. Das Fundament des Modells bilden die fünf Kernprozesse der innerbetrieblichen Lieferkette: **Beschaffung, Produktionsvorstufe, Zwischenlager, Produktionsendstufe und der Versand**. Diese sind inhaltlich miteinander verknüpft und dienen dem reibungslosen Ablauf der Erstellung einer Leistung. Einzelne Module, welche als Verbindung der zeitlichen und logischen Abläufe zwischen den fünf Kernprozessen fungieren, können der Graphik ebenfalls entnommen werden (Schmidt und Schäfers 2015, S. 778f.). Das HaLiMo und insbesondere die fünf Kernprozesse von der Beschaffung bis zum Versand dienen damit als Untersuchungsbereich des Forschungsprojekts. Nachfolgende Analysen bei Unternehmen des pA sind daher hier einzuordnen.

Gemeinsam mit 5 Unternehmen wurden zusätzlich Spezifika der innerbetrieblichen Lieferkette in Bezug auf eine RPA-Einführung erarbeitet. Mit den Unternehmen aus dem Maschinen- und Anlagenbau wurden hier **Chancen und Herausforderungen** für die innerbetriebliche Lieferkette diskutiert. Als Chance wurden dabei insbesondere die **Reduktion der Durchlaufzeiten**, sowie eine Steigerung der Qualität aufgeführt. Insbesondere die Beschaffung könnte aufgrund der stets wiederkehrenden Prozesse von einer RPA-Anwendung profitieren. Zusätzlich wurde RPA als eine Art Brückentechnologie gesehen, die aktuelle Systemschnittstellen verbindet. Die innerbetriebliche Lieferkette hat viele Funktionen und greift daher auch auf verschiedene Systeme zu, die in einer RPA-Anwendung integriert und zusammengeführt werden.

Als mögliche Herausforderung wurde die Produktion als kein klassisches RPA-Feld genannt. Verschiedene Produkte müssen im Produktionsumfeld physisch hergestellt werden und sind daher kaum mit einer regelbasierten Software umsetzbar. Aus diesem Grund sind auch die Prozesse nicht immer klar definiert und obliegen nicht zwingend einem standardisierten Vorgehen. Als weitere Herausforderung können die **vielen Papierdokumente** innerhalb der Intralogistik aufgeführt werden. Durch das Zusammenwirken von Lieferanten, Produzenten, Spediteuren und Kunden entstehen physische Dokumente wie Lieferscheine und Zolldokumente, die zunächst digitalisiert werden müssen.

3.4 Automatisierungspotenziale innerhalb der Prozesslandkarte ausgewählter Unternehmen des projektbegleitenden Ausschusses

Die vorangegangenen Unterkapitel bilden die Untersuchungsgrundlage für eine genauere Betrachtung der praktischen Umsetzung in Unternehmen. Hierfür wurden

drei Unternehmen genauer betrachtet und Prozesse der innerbetrieblichen Lieferkette auf RPA-Tauglichkeit überprüft.

Das in Kapitel 3.3 beschriebene Hannoveraner Lieferkettenmodell dient dabei als Bezugsrahmen der Untersuchung. Im Rahmen von Experteninterviews mit Vertretern der drei Unternehmen wurden einzelne Prozesse aufgenommen und auf ihr Potenzial zur automatisierten Umsetzung mit RPA untersucht.

Tabelle 3: Interviews zur Prozessaufnahme

Datum	Branche	Unternehmensbereich
04/2021	Metallverarbeitung	Geschäftsführung
03/2021 – 05/2021	Maschinen- und Anlagenbau	Prozessmanagement
05/2021	Antriebsautomatisierung	Prozessmanagement

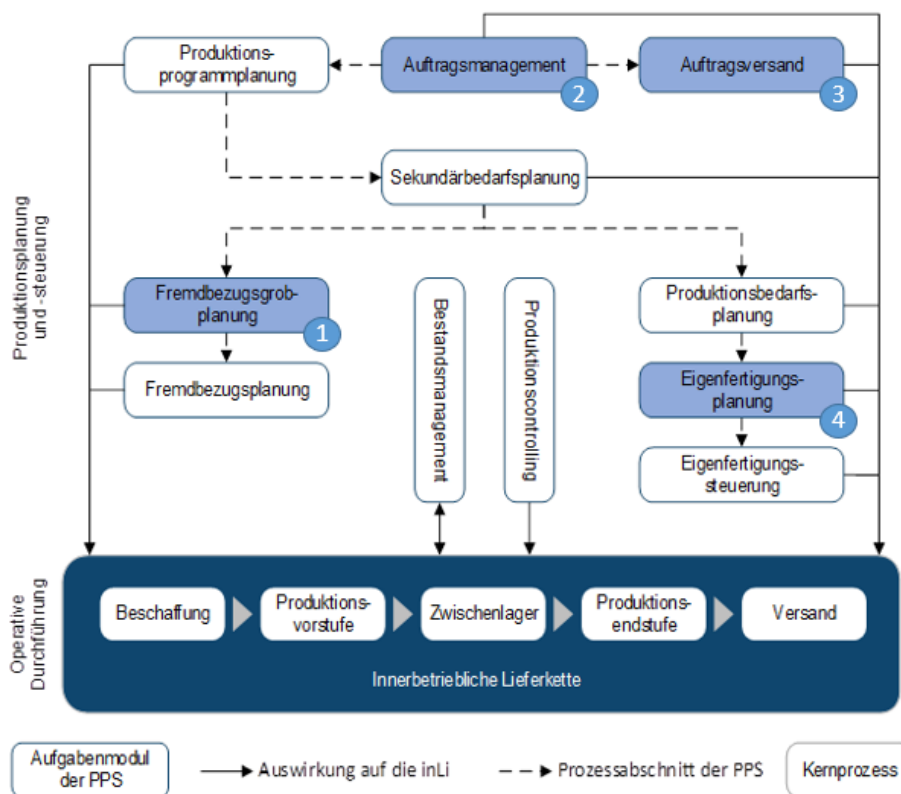


Abbildung 3: Ausgewählte Prozesse der innerbetrieblichen Lieferkette

Nachfolgend werden die Prozesse entlang der innerbetrieblichen Lieferkette beschrieben und mittels der Kriterien zur RPA-Einführung bewertet. Dabei werden die einzelnen RPA-Einführungskriterien auf einer Likert-Skala von 1 (gar nicht erfüllt) bis 5 (voll erfüllt) bewertet. Anschließend wird der Durchschnittswert gebildet, um die RPA-Tauglichkeit des Prozesses zu überprüfen. Grundsätzlich sollte der Prozess eine Bewertung von mehr als 3 aufweisen. Eine **Potenzialanalyse** bewertet anschließend das Gesamt-Einsparungspotenzial. Dabei wird die Häufigkeit des Prozesses mit der dafür benötigten Dauer und den Kosten für einen Mitarbeiter multipliziert. Die Prozesse werden zudem grafisch dargestellt, wobei die einzelnen Prozessschritte, die mittels RPA automatisiert werden können, blau hinterlegt sind.

Prozess 1: Fremdbezugsgroplanung

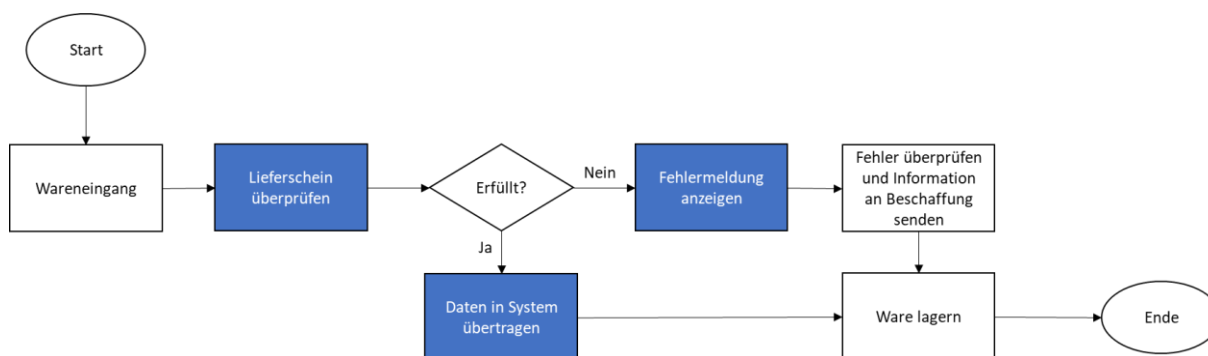


Abbildung 4: Prozess 1: Warenannahme in der Fremdbezugsgroplanung

Während des Beschaffungsprozesses wird die Fremdbezugsgroplanung durchgeführt. Ein Aspekt hierbei ist die Annahme und Kontrolle der Ware. Nach dem Wareneingang kann mit Hilfe des Lieferscheins und einer visuellen Begutachtung die Ware auf Richtigkeit, Qualität und Menge überprüft werden. Der RPA-Bot überprüft den digitalen Lieferschein, indem er die darin enthaltenen Daten (z.B. Menge) mit dem intern im System hinterlegten Bestellauftrag abgleicht. Auf Basis festgelegter Regeln und einem Wenn-Dann-Abgleich wird die Richtigkeit der Waren überprüft. Ist die Ware korrekt geliefert worden, überträgt der Bot die Daten in das unternehmensinterne System (z.B. ERP-System). Die Ware wird im Anschluss gelagert. Sollte die Ware nicht korrekt geliefert worden sein, zeigt der Bot eine Fehlermeldung an. Diese Fehlermeldung wird an die Beschaffung gesendet, welche eine manuelle Überprüfung vornehmen muss.

Tabelle 4: Prozess 1: Potenzialanalyse

Kriterium	Bewertung	Potenzialanalyse
Regelbasiertheit	4	Häufigkeit: 2-mal pro Tag

Komplexität	3		Dauer ohne RPA: 1 Std. / Durchlauf
Prozessreife	4		Dauer mit RPA: 0,5 Std. / Durchlauf
Datenverfügbarkeit	5		Kosten Mitarbeiter: 40€
Datenqualität	3		
Systemschnittstellen	3		
Digitalisierungsgrad	4		
Prozessexpertise	4		
Verantwortlichkeiten	3		
Risiko	5		
Mitarbeiterakzeptanz	4		
Wissensverlust	4		
Gesamtbewertung	3,83		

Prozess 2: Auftragsmanagement

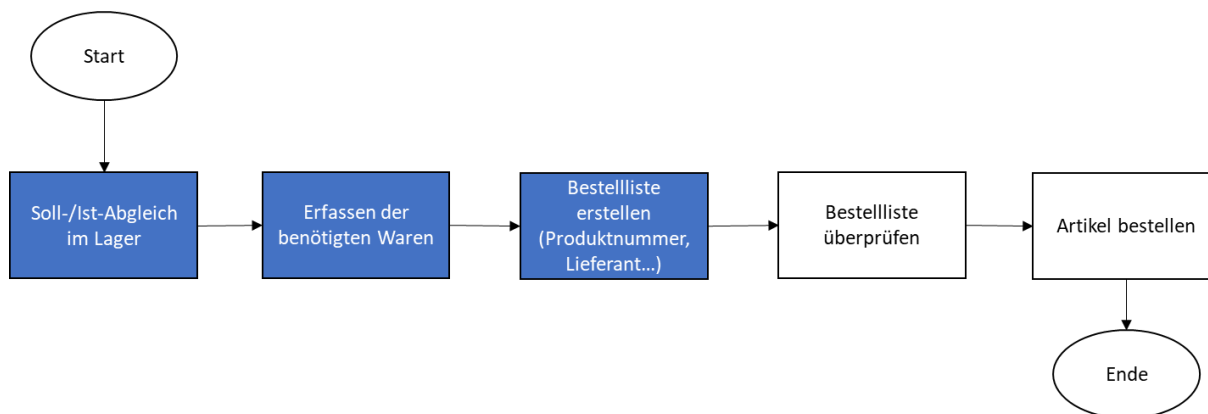


Abbildung 5: Prozess 2: Warenbestellung im Auftragsmanagement

Innerhalb des Auftragsmanagement wird der Lagerbestand überprüft, um bei Unterschreitung des Soll-Werts eine neue Bestellung aufzugeben. Der RPA-Bot kann anhand der Lagerhaltungsliste überprüfen, welche Artikel nachbestellt werden müssen. Diese Artikel fasst der Bot in der Bestellliste zusammen. Die Bestellliste muss von einem Mitarbeiter auf Richtigkeit überprüft werden. Im Anschluss daran kann der jeweilige Mitarbeiter die benötigten Artikel bestellen.

Tabelle 5: Prozess 2: Potenzialanalyse

Kriterium	Bewertung	Potenzialanalyse
Regelbasiertheit	5	Häufigkeit: 3-mal pro Woche
Komplexität	3	Dauer ohne RPA: 2 Std. / Durchlauf
Prozessreife	3	Dauer mit RPA: 0,5 Std. / Durchlauf
Datenverfügbarkeit	4	Kosten Mitarbeiter: 40€
Datenqualität	4	
Systemschnittstellen	2	
Digitalisierungsgrad	3	
Prozessexpertise	3	
Verantwortlichkeiten	4	
Risiko	4	
Mitarbeiterakzeptanz	5	
Wissensverlust	4	
Gesamtbewertung	3,67	Monatliches Potenzial: 720 €

Prozess 3: Auftragsversand

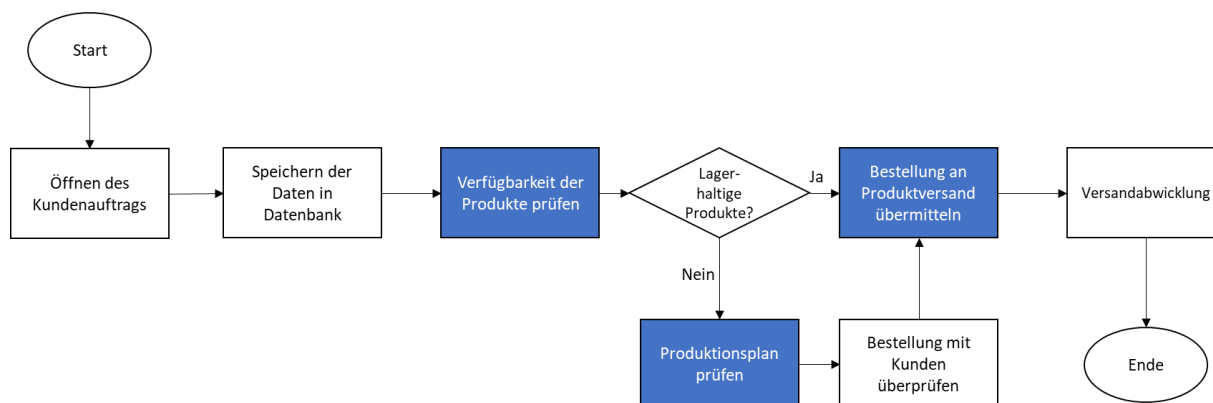


Abbildung 6: Prozess 3: Versandabwicklung im Auftragsversand

Die Abwicklung zum Versand von Waren ist Teil des Auftragsversandprozesses. Hierbei erfasst ein Mitarbeiter die Bestellung des Kunden und speichert die Daten in der internen Datenbank. Der Softwarebot überprüft folgend, ob die Ware verfügbar ist. Sollte die Ware lagerhaltig sein, übermittelt der Bot die Bestellung an den Produktversand, welcher die Bestellung abwickelt. Sollte die Ware nicht lagerhaltig sein, muss zunächst ein Mitarbeiter die Bestellung mit dem Kunden koordinieren, bevor die Bestellung an den Produktversand übermittelt wird.

Tabelle 6: Prozess 3: Potenzialanalyse

Kriterium	Bewertung		Potenzialanalyse
Regelbasiertheit	3		Häufigkeit: 5-mal pro Tag
Komplexität	3		Dauer ohne RPA: 1 Std. / Durchlauf
Prozessreife	4		Dauer mit RPA: 0,5 Std. / Durchlauf
Datenverfügbarkeit	5		Kosten Mitarbeiter: 40€
Datenqualität	5		
Systemschnittstellen	3		
Digitalisierungsgrad	5		
Prozessexpertise	4		
Verantwortlichkeiten	4		
Risiko	5		
Mitarbeiterakzeptanz	5		
Wissensverlust	4		
Gesamtbewertung	4,12		Monatliches Potenzial: 10.000 €

Prozess 4: Eigenfertigungsplanung

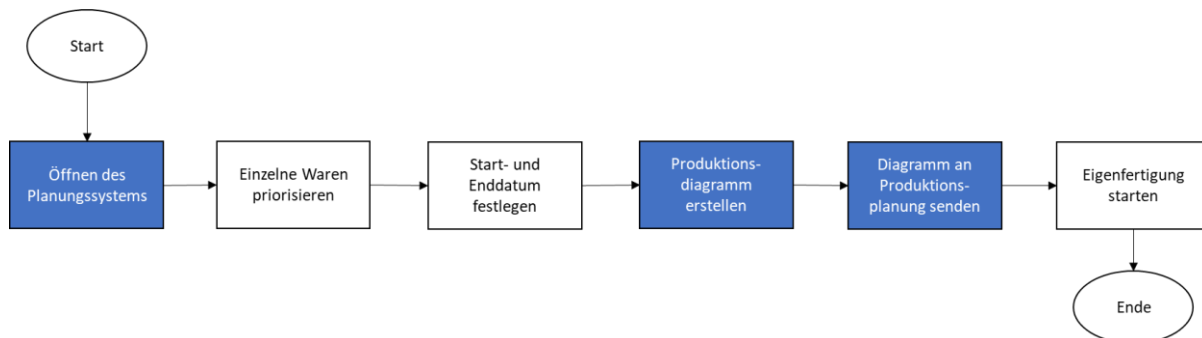


Abbildung 7: Prozess 4: Planung der Produktion in der Eigenfertigungsplanung

In der Eigenfertigungsplanung wird die Erstellung eines Produkts koordiniert. Zu festgelegten Zeiten, öffnet der RPA-Bot das Planungssystem und startet so den Prozess. Der ausführende Mitarbeiter der Produktionsplanung priorisiert die Erstellung der Ware und hinterlegt das Start- und späteste Enddatum der Produktion. Der RPA-Bot erstellt in Folge ein Produktionsdiagramm und sendet es an die Produktionsplanungsabteilung. Der Eigenfertigungsprozess wird in Folge gestartet.

Tabelle 7: Prozess 4: Potenzialanalyse

Kriterium	Bewertung	Potenzialanalyse
Regelbasiertheit	3	Häufigkeit: 1-mal pro Tag
Komplexität	4	Dauer ohne RPA: 3 Std. / Durchlauf
Prozessreife	4	Dauer mit RPA: 1 Std. / Durchlauf
Datenverfügbarkeit	4	Kosten Mitarbeiter: 40€
Datenqualität	4	
Systemschnittstellen	2	
Digitalisierungsgrad	5	
Prozessexpertise	4	
Verantwortlichkeiten	3	
Risiko	4	
Mitarbeiterakzeptanz	3	
Wissensverlust	5	

Gesamtbewertung	3,75		Monatliches Potenzial: 8.000 €
------------------------	------	--	--------------------------------

4. Auswahl von Algorithmen zur Unterstützung von RPA-Anwendungen

4.1 Benötigte Daten für RPA-Lösungen

RPA wird verwendet, um Mitarbeiter zu entlasten und Prozesse effizienter zu gestalten. Die Grundlage für derartige Prozesse bilden immer die verwendeten Daten (Seiter 2019). Wichtig ist es dabei, qualitativ hochwertige Daten zu haben. Hierzu zählen bspw. die Einheitlichkeit und Vollständigkeit der Daten. Beim Scannen von Dokumenten kann dies bspw. nicht zuverlässig gewährleistet werden, was die Qualität der Ergebnisse reduziert. Für die RPA eines Vorgangs im Unternehmen sollten die Daten im Optimalfall elektronisch erfasst sein und weder Duplikate und Inkonsistenzen noch sonstige Fehler enthalten.

Ein weiterer zentraler Aspekt im Umgang mit Prozessen sind Schnittstellen, die großes Potenzial für **Effizienzsteigerungen** bieten. Dies betrifft zum Beispiel Dateien in ERP-Systemen oder Excel-Makros zu Dokumentationsmanagementsystemen. Hier kann Application Programming Interface (API) genannt werden, welches im Gegensatz zu RPA vollständig ins System integriert ist. Dies unterstützt Unternehmen bei der Verbindung mehrerer Programme und dem Austausch der Daten und bietet damit eine Programmierschnittfläche (Safar 2021a). Dadurch werden Transferaufgaben und Fehler durch unterschiedliche Datensätze reduziert. Es bietet sich in vielen Fällen an, API und RPA zu verbinden und so den Gesamtprozess zu automatisieren und optimieren. Ist dies allerdings nicht nötig oder nicht umsetzbar, kann RPA auch losgelöst von Schnittstellenprogrammierung implementiert werden. Ein wesentlicher Unterschied ist, dass RPA die **Benutzeroberfläche als Schnittstelle** verwendet und die Interaktionen automatisch ausführt. Es erfordert jedoch nicht, dass die Software vollständig in bestehende Systeme integriert wird (Safar 2021b). RPA ist insbesondere dann als zusätzliches Hilfsmittel nötig, wenn die Prozesse nicht eigenständig durch die API erfasst oder abgewickelt werden können.

4.2 Algorithmen und Technologien für RPA-Anwendungen

Die Grundlage von RPA bilden verschiedene Algorithmen und Technologien, die einen zuvor von Menschen ausgeführten Prozess übernehmen und weitestgehend autonom arbeiten. Im Folgenden werden vier ausgewählte Technologien präsentiert und u.a. deren Funktionsweise, Einsatzmöglichkeiten und erwartete Entwicklungen präsentiert. Die genannten Technologien wurden dabei anhand von Fallstudien in Unternehmen

untersucht. Hierfür wurden Datensätze der aufgenommenen Prozesse aus AP1 zu Grunde gelegt und RPA-Potenziale der Technologien überprüft.

Optical Character Recognition (OCR)

Optical Character Recognition (OCR; deutsch: optische Zeichenerkennung) ermöglicht die Umwandlung von Bildern und eingescannten Dokumenten in maschinell analysierbare Dokumente, die durchsucht und bearbeitet werden können. Gemäß der Definition des Lexikons für Medizinische Laboratoriumsdiagnostik liegt "nach dem Scannen eines Textes auf Papier (...) als Ergebnis zunächst nur eine Rastergrafik (in Zeilen und Spalten angeordnete Punkte unterschiedlicher Färbung) vor. OCR-Programme identifizieren die derart dargestellten Buchstaben als solche und ordnen ihnen den Zahlenwert für die ASCII- oder Unicode-Textcodierung zu" (Colhoun 2019). Dabei ist die **Qualität** der eingetragenen Zeichen von der Qualität von Bild und Scanner abhängig. Probleme bereiten vor allem ähnliche Buchstaben/Zeichen (z.B. o und 0) und dunkle Hintergründe. Des Weiteren können auch die Abstände zwischen Zeichen oder Wörtern die Erkennung beeinträchtigen. OCR (häufig im deutschen auch schlicht Texterkennung) ermöglicht es den eigentlichen Inhalt des Dokuments zu verwenden und bspw. nach Schlagwörtern zu suchen oder auch Änderungen am Dokument vorzunehmen. Zu den bekanntesten Anwendungsbereichen gehören Kennzeichenerkennung und die Extrahierung von (insbesondere handschriftlichen) Texten aus gescannten Dokumenten oder Bildern (Patel et al. 2012, S. 50).

Die genaue Abfolge und Benennung der unterschiedlichen Schritte bei der offline Texterkennung von Handschriften sind zwar nicht immer identisch, aber die Grundstruktur bleibt erhalten (Plamondon und Srihari 2000, S. 72f.). OCR wird z.B. bei der **Erkennung von Adressen** verwendet. Zunächst wird das Dokument vorbereitet (Preprocessing), um sicher zu stellen, dass die eigentliche Texterkennung erfolgreich sein kann. Je nach Anwendungsfall muss hierfür zunächst das Dokument gescannt, abfotografiert oder anderweitig erfasst und teilweise zunächst der Text von Grafiken und Abbildungen separiert werden. Beim **Preprocessing** findet Schwellwertbildung (Thresholding) zur Extrahierung des Textes und Umwandlung in ein binäres Schwarz-Weiß-Bild Anwendung. Außerdem werden Störeinflüsse wie z.B. Unreinheiten im Hintergrund entfernt (noise removal). Auch die Segmentierung von Zeilen, Wörtern und Zeichen (line/word/character segmentation) wird in diesem Schritt umgesetzt. Anschließend werden die einzelnen Zeichen erfasst (character recognition). Hierfür gibt es viele verschiedene Möglichkeiten. Insbesondere die Verwendung von **Neuronalen Netzen und Machine Learning** gewinnt zunehmend an Popularität. Es findet meist ein Vergleich bekannter Muster mit den vorhandenen Zeichen statt. Danach werden die Zeichen in Wörtern gebündelt und in einigen Programmen kontextabhängig analysiert und angepasst (Intelligent Character Recognition). Für die Strukturierung des Prozesses wird häufig ein Hidden Markov Model (HMM) verwendet, das aus einem verborgenen und einem beobachtbaren

stochastischen Prozess besteht. Zuletzt wird der erzeugte Text in das gewünschte Format überführt bzw. in vorgefertigte Formulare eingetragen. Zu den bekanntesten Beispielen für OCR-Software zählen ABBYY Cloud und Tesseract.

OCR wird in zunehmend vielen Sprachen verwendet (Memon et al. 2020) und inzwischen auch verstärkt auf historische Dokumente angewandt (Engl 2020, S. 2018ff.). Einige Programme können darüber hinaus bereits für Bilder, die mit einem Smartphone aufgenommen wurden, verwendet werden. Auch weiterentwickelte Systeme, wie **Image to Speech** mit zusätzlicher Sprachausgabe des erkannten Texts, wurden bereits erfolgreich umgesetzt (Mithe et al. 2013, S. 72ff.). Es zeigt sich eine Entwicklung hin zu Machine Learning und neuronalen Netzen, um mit der zunehmenden Menge an Daten umgehen zu können (Memon et al. 2020). Dadurch soll außerdem das Dokumentenverständnis der Programme erhöht werden, was neue Anwendungen der Software ermöglicht (Ebener 2020, S. 275ff.) und die Grundlage für eine natürliche Spracherkennung der Software bildet. Probleme zeigen sich weiterhin für weniger populäre Sprachen und auch in der Erkennung alltäglicher Texte, wie etwa auf Werbetafeln oder Schildern. Dennoch verbreitet sich OCR und es wird mit einem anhaltenden Anstieg des Marktes für Software zur Zeichenerkennung von 6,805 Mrd. USD 2019 auf 21,466 Mrd. USD 2027 gerechnet (Geographic Scope and Forecast 2021).

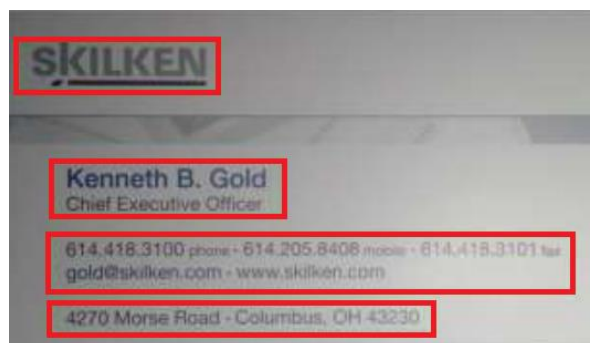


Abbildung 8: Anwendungsbeispiel von OCR anhand einer Visitenkarte²

Machine Learning (ML)

Machine Learning umfasst Rechenverfahren unter Verwendung von Erfahrung zur Verbesserung der Leistung und zur Erstellung akkurater Vorhersagen (Mohri et al. 2018, S. 1). Die Machine Learning Algorithmen werden mit Hilfe von Daten antrainiert, um selbstständig Muster und Zusammenhänge zu erkennen.

Eine mögliche Anwendung von Machine Learning ist durch **Regression Tree Learner**. Dabei wird eine baumähnliche Struktur gebildet, die ein Regressionsmodell an die tatsächlichen Werte anpasst und anschließend für die verschiedenen unabhängigen Variablen an einigen Punkten aufgetrennt wird. Die verschiedenen Variablen werden

² Madan Kumar und Brindha 2019.

rekursiv nach der kleinsten Quadrate Methode optimiert, in dem die Differenz zwischen vorhergesagten Werten und tatsächlichen Werten an jedem Trennungspunkt verglichen und derjenige mit der geringsten Differenz ausgewählt wird (Torgo 1997, S. 386f.). Das Besondere ist, dass dabei auch kontinuierliche Variablen untersucht und optimiert werden können. Die Verfahren und Algorithmen zur Auswahl des optimalen Pfades unterscheiden sich in verschiedenen Programmen. Wichtige Aspekte der Analyse sind die Auswahl eines Endpunktes und das Vorgehen an diesem und entlang der Pfade allgemein. Probleme können dabei durch fehlende Werte, Kovariaten, die sich über die Zeit hinweg verändern, oder ineffiziente Lösungen für die Suche nach effektiven Aufteilungen der Linearkombinationen entstehen (Loh 2014, S. 337f.). Außerdem kann Overfitting zu schlechteren Prognosen durch Ineffizienzen führen. Dies liegt insbesondere daran, dass jede weitere Trennung die Kosten der Berechnung erhöht und die Generalisierbarkeit der Daten senkt. Der wohl größte Vorteil von Regression Tree Learnern ist, dass es eine sehr anschauliche **Visualisierung des Entscheidungsprozesses** bietet. Zu den Anwendungsmöglichkeiten zählen unter anderem Tests der Kreditwürdigkeit oder medizinische Diagnosen. Daneben verwenden auch bspw. Chatbots bislang noch häufig Entscheidungsbäume für die Auswahl der Antworten.

Mit Hilfe des Freeware-Analyseprogramms KNIME konnte die Regression Tree Learner Methode erprobt werden. Bei der Analyse von Produktionsdaten eines großen Maschinenbauunternehmens wurden die Durchlaufzeiten der einzelnen Prozessschritte mit den dafür benötigten Maschinen und eingesetzten Bauteilen gepaart. Anhand des Regressionsbaum konnte folgend gesehen werden, welche Prozessschritte am längsten benötigen. Abbildung 9 zeigt anhand verschiedener

Merkmale einen Regressionsbaum zur Aufschlüsselung des Schaumwein-Umsatz eines Unternehmens.

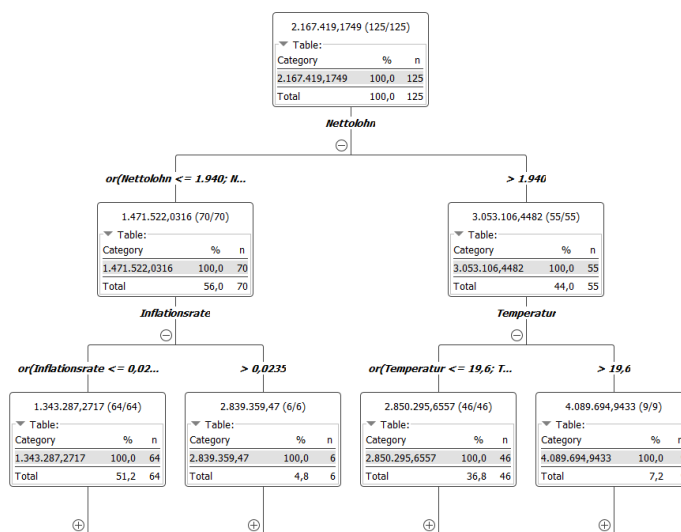


Abbildung 9: Beispiel Regression Tree Learner

Image Recognition (IR)

Image Recognition Systeme sind Technologien, die Orte, Logos, Personen, Objekte, Gebäude und einige andere Merkmale auf digitalen Bildern durch die Analyse der Pixel und Strukturen identifizieren können (Mujtaba 2020). Anwendungsgebiete umfassen Autonomes Fahren, eCommerce, Social Media, Produktion und viele weitere Bereiche. **Image Recognition** funktioniert ähnlich wie OCR, da dieses nur eine andere Form der Bilderkennung ist. Daher bringt IR ähnliche Probleme, aber auch Vorteile mit sich. Auch für IR werden Algorithmen, die meist auf Neuronalen Netzen basieren, mit beschrifteten Daten gefüttert und trainiert. Dadurch können anschließend **Muster und Objekte wiedererkannt** werden. Anschließend können neue Bilder eingespeist werden und das Programm vergleicht diese mit der Datenbank und gibt basierend auf Mustern in den Pixeln Übereinstimmungen zurück. Je nachdem, was für ein Programm bzw. Algorithmus verwendet wird, wird nur angegeben um was für ein Objekt bzw. was für Objekte es sich aus einer vorgegebenen Gruppe handelt (z.B. Hund oder Katze) oder die Objekte werden zusätzlich lokalisiert (entweder nur durch ein Rechteck oder pixelgenau). In einigen Fällen wird auch das Verständnis für die Szene abgefragt (Fujiyoshi et al. 2019, S. 244ff.).

Die Image Recognition Technologie wurde in einer **Fallstudie** in einem deutschen Maschinenbauunternehmen untersucht. Die Abbildungen 10 und 11 zeigen die Verwendung von IR in einem Prozess zur Kontrolle des Wareneingangs und -ausgangs. Hierbei fotografieren die Produktionsmitarbeiter die Ware und den zugehörigen Lieferschein ab. Die Ware (IR) und der Lieferschein (OCR) werden

automatisiert in ein Programm hochgeladen sowie anhand der individuellen Bestellnummer dem ERP-System zugeordnet.

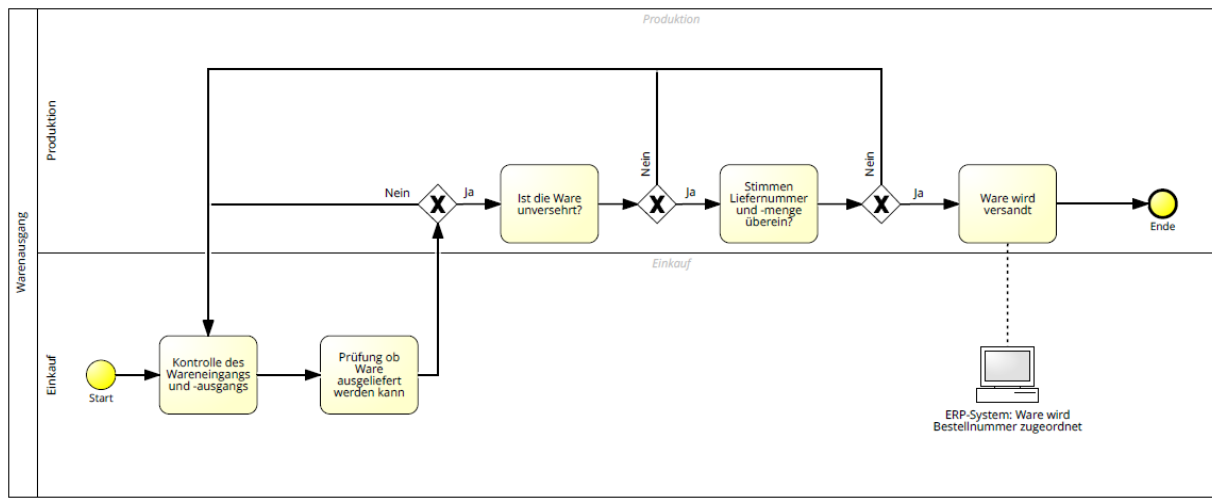


Abbildung 10: Kontrolle des Wareneingangs/-ausgangs ohne Image Recognition

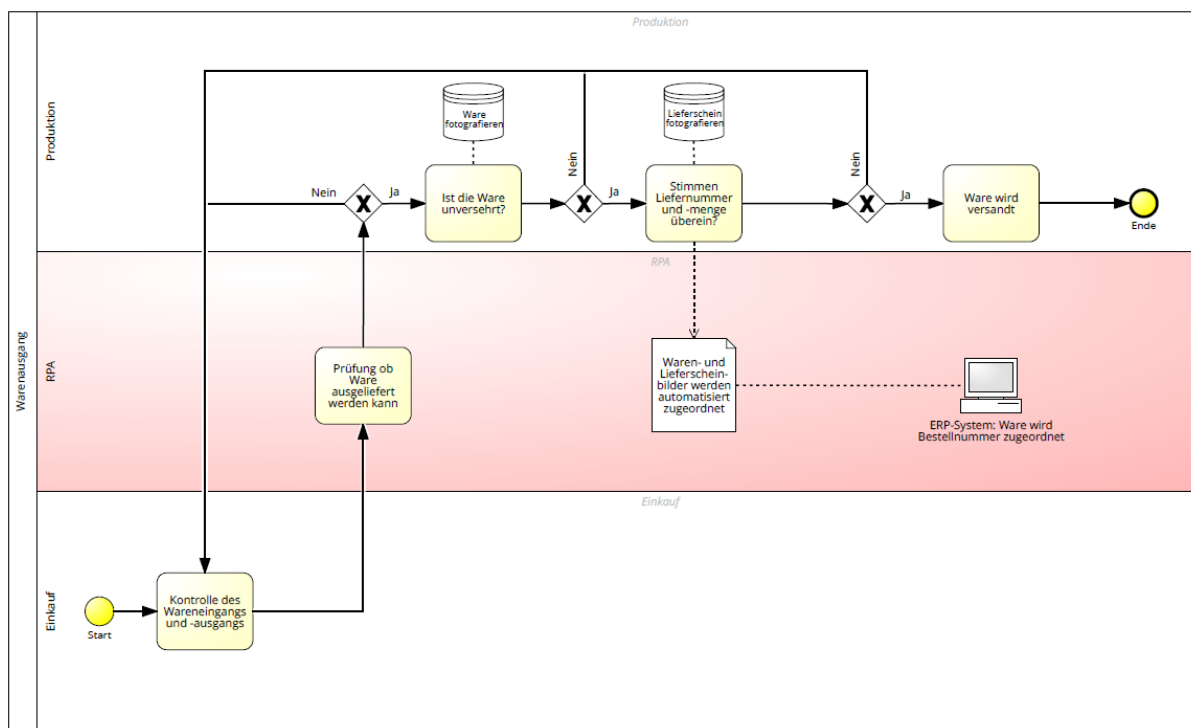


Abbildung 11: Kontrolle des Wareneingangs/-ausgangs mit Image Recognition und RPA-Einbindung

Clusteranalyse

Die Clusteranalyse ist eines der Hilfsmittel für das Data Mining eines neuen Datensatzes. Ähnliche Objekte oder Strukturen innerhalb des Datensatzes werden zu sogenannten **Clustern zusammengefasst**. Diese bilden dann die Grundlage für die Erfassung oder Analyse hinzugefügter Daten und erleichtern den Umgang mit diesen. Die Cluster sollten untereinander eine deutlich größere Ähnlichkeit aufweisen als zwischen verschiedenen Clustern. Die Analyse ist in der Anzahl gebildeter Cluster grundsätzlich flexibel. Es gibt inzwischen zahlreiche unterschiedliche Algorithmen und Methoden für die Bildung der Cluster (Wiedenbeck und Züll 2010, S. 525f.). Gemeinsam haben die meisten von ihnen aber den folgenden Ablauf (Backhaus et al. 2021, S. 489):

1. Auswahl der Clustervariablen
2. Bestimmung der Ähnlichkeiten
3. Auswahl des Fusionierungsalgorithmus
4. Bestimmung der Clusterzahl
5. Interpretation einer Cluster Lösung

Die Voraussetzung für eine sinnvolle, funktionierende Clusteranalyse sind eine ausreichend große Stichprobe, die Bereinigung fehlender Werte, ein einheitliches Skalenniveau und keine zu großen Unterschiede im Wertebereich (ggf. Transformation). Die Clusteranalyse kann dann beispielsweise zur Analyse von Bewerbungen verwendet werden. Dabei werden Anschreiben mit der Stellenausschreibung verglichen und diejenigen mit hoher Übereinstimmung zu einem Cluster zusammengefasst. Aus diesem Cluster wird anschließend ein passender Bewerber gewählt. Alternativ können auch Cluster basierend auf Selbsteinschätzungen gebildet werden und es wird nur jeweils eine Bewerbung stellvertretend geprüft (Roedenbeck et al. 2021, S. 219ff.).

Insgesamt zeigt sich eine Entwicklung weg von regelbasierten Algorithmen mit vorher definierten Abläufen hin zu künstlicher Intelligenz und Machine Learning bspw. durch Neuronale Netze. Es wird dabei auch von der Entwicklung weg von symbolischer RPA und hin zu **intelligenter RPA** gesprochen (Herm et al. 2021, S. 289ff.). Dies setzt allerdings voraus, dass die nötige Technologie vorhanden und rentabel einsetzbar ist. Zu den **Herausforderungen**, die damit verbunden sind, zählen zunächst einmal **Kosten und Zeitaufwand**. Hinzu kommen unter anderem mangelnde Bereitschaft und Expertise der Unternehmen und die Abwägung zwischen Berechnungskosten und Genauigkeit der Ergebnisse. Zuletzt muss die benötigten Datenmengen, um Machine Learning bzw. Deep Learning anwenden zu können, gewährleistet sein.

Um einen Überblick der untersuchten Algorithmen zur Prozessautomatisierung zu erhalten, wurde eine Präsentation erstellt. In Form eines Kreisdiagramms werden neben den algorithmischen Methoden auch die zuvor entwickelten Kriterien zur RPA-

Einführung sowie eine Übersicht verschiedener RPA-Softwareanbieter dargestellt. Die Präsentation ist online frei zugänglich zu finden ([RPA Diagramm | Prezi](#)) und dient den Unternehmen als Orientierung bei der Einführung von RPA. Bei der Auswahl eines Aspektes wird eine kurze Definition dazu aufgerufen. Man kann sich durch die einzelnen Aspekte durchklicken oder gezielt heranzoomen und einzelne Positionen auswählen.

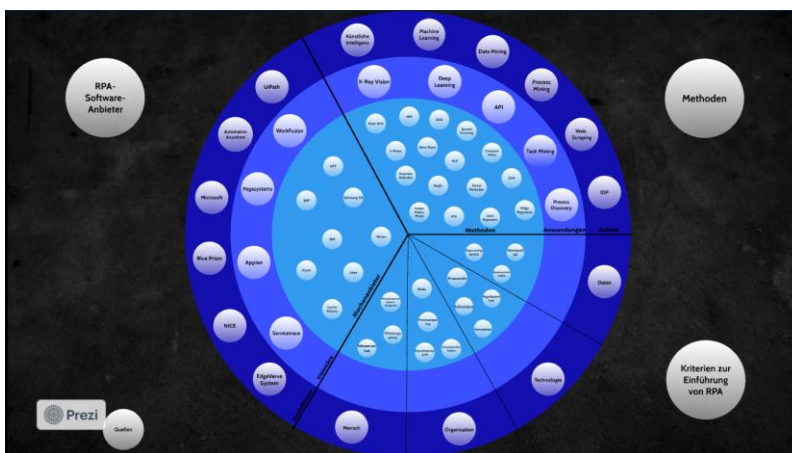


Abbildung 12: Übersichtliche Darstellung der Einführungskriterien, RPA-Softwareanbieter sowie algorithmischer Methoden

4.3 Algorithmen die bei der Entscheidungsfindung unterstützen

Ein entscheidendes Kriterium zur Einführung von RPA ist die Regelbasiertheit des Prozesses. Das vorab festgelegte Regelwerk wird dem Bot zu Grunde gelegt, damit dieser an Knotenpunkten eine Entscheidung treffen kann. Diese Entscheidungen werden nach dem Prinzip **WENN-DANN-SONST** getroffen. Da strukturierte Daten vorliegen müssen, um Prozesse mit RPA zu automatisieren, bieten die zuvor untersuchten Algorithmen die Möglichkeit, bei der Entscheidungsfindung des Bots zu unterstützen. Bei unstrukturierten Daten gestaltet sich eine regelbasierte Entscheidung durch einen RPA-Bot schwierig, da hierfür künstliche Intelligenz benötigt wird (Obermeier 2019). Im Folgenden werden daher die untersuchten Algorithmen hinsichtlich ihrer Unterstützungsmöglichkeiten bei der Entscheidungsfindung überprüft.

Optical Character Recognition (OCR) & Image Recognition (IR)

Mit Hilfe der Erkennungssoftwares OCR und IR lassen sich Informationen aus Bildern und Texten herauslesen. Abbildung 6 aus dem vorangegangenen Unterkapitel zeigt einen Prozess, indem die Ware sowie der Lieferschein ab fotografiert und mittels IR ausgelesen wird. Der RPA-Bot ordnet die Waren- und Lieferscheibilder automatisiert den jeweiligen Artikeln im ERP-System zu. Hierfür müssen spezifische Regeln festgelegt werden, die dem RPA-Bot eine **Entscheidungsgrundlage für den Output** der

Erkennungssoftware liefern. So kann bspw. anhand des erfassten Lieferscheins festgelegt werden, welchen Schritt der Bot als nächstes ausführt. Sollte die richtige Menge zu der zugehörigen Liefernummer ausgewiesen sein, kann der Lieferschein im ERP-System hinterlegt werden. Bei Über- oder Unterschreiten der Liefermenge, kann der RPA-Bot einem Mitarbeiter diese Meldung anzeigen lassen, damit sie überprüft werden kann. Folglich ergibt sich in diesem Beispiel die Regel: *Wenn* Liefermenge korrekt, *dann* in ERP-System eintragen, *sonst* Meldung an Mitarbeiter.

Machine Learning & Clusteranalyse

Machine Learning Algorithmen erkennen selbstständig Muster und Zusammenhänge in Datensätzen. Hierfür müssen die Algorithmen zunächst anhand eines Trainingsdatensatzes angelernt werden. Dem Algorithmus werden hierbei Regeln hinterlegt, nach welchen dieser den Datensatz analysiert. Ähnlich verhält es sich bei der Clusteranalyse, bei der auf Basis vorgegebener Regeln Ähnlichkeiten im Datensatz gesucht und diese Daten entsprechend geclustert werden. Nachdem der Algorithmus angelernt wurde, **erkennt er selbständig Muster in den Daten** und kann auf Basis dessen eine Entscheidung treffen (Luber und Litzel 2020). So zeigt Abbildung 4 einen Regression Tree Learner der den Datensatz anhand verschiedener Merkmale untersucht und die einzelnen Variablen je nach Ausprägung unterteilt. Hier könnte die Schnittstelle zum RPA-Bot integriert werden, welcher auf Grundlage des Machine Learning Algorithmus den nächsten Prozessschritt einleitet. Neben der WENN-DANN-SONST Form, kann auch eine einfach **JA-NEIN Entscheidung** hinterlegt werden. Im Zusammenspiel zwischen Machine Learning Algorithmen und einem RPA-Bot können beide Entscheidungsformen kombiniert eingesetzt werden. So kann der Algorithmus den Datensatz unter bestimmten Kriterien untersuchen (*wenn*), *dann* die relevanten Daten selbstständig aufbereiten und irrelevante Daten verwerfen (*sonst*). Der RPA-Bot ist mit dem Output des Algorithmus verbunden und löst darauffolgend z.B. entweder eine Meldung aus (*ja*) oder nicht (*nein*). Als Praxisbeispiel kann die Analyse von Produktionsdaten angeführt werden. Mit Hilfe des Machine Learning Algorithmus oder einer Clusteranalyse können hierbei die Durchlaufzeiten im Herstellungsprozess untersucht werden. Bei Überschreitung einer maximalen Durchlaufzeit meldet der RPA-Bot die jeweiligen Prozesse an die bearbeitenden Mitarbeiter.

Tragweite & Fehlertoleranz der Entscheidungen

Die Implementierung neuartiger Algorithmen muss sorgfältig geplant und eingeführt werden. Insbesondere die **Motivation und Akzeptanz der Mitarbeiter**, sowie deren technisches Vorwissen können dabei Ausführungsfehler verursachen (Brettschneider 2020, S. 1104f.). Es ist daher von übergeordneter Bedeutung, dass die Mitarbeiter frühzeitig in die Projekte eingebunden und geschult werden. Die Ausführung der Algorithmen wird maßgeblich vom Einsatz der Mitarbeiter beeinflusst. Beispielhaft kann

hier erneut der untersuchte Prozess aus Abbildung 11 genannt werden. Hierbei fotografieren die Mitarbeiter die ein- und ausgehende Ware. Im Rahmen dieser Untersuchung innerhalb eines Unternehmens konnten mehrere Fehlerquellen seitens der Mitarbeiter festgestellt werden. Hierzu gehörten unscharfe Fotos sowie die unterschiedliche Anzahl an geschossenen Fotos zwischen den Mitarbeitern. Letzteres führte dazu, dass einige Artikel vollumfänglich von allen Seiten fotografiert wurden, während andere Artikel lediglich von der Frontseite zu sehen waren. Neben der notwendigen Hardware (z.B. Smartphone) ist es daher entscheidend die Mitarbeiter richtig anzuweisen. Den Kriterien aus dem zweiten Kapitel folgend, sollten grundsätzlich nur solche Prozesse mittels RPA automatisiert werden die bekannt sind und außerdem ein geringes Risiko bei Prozessausfall bergen. Aus diesem Grund sollte die Einführung unterstützender Algorithmen keine Schäden von großer Tragweite verursachen dürfen. Generell gilt es bei der Strategiewahl des Unternehmens, den Einsatz neuer Technologien zu integrieren und bereits vorab Bereiche und Prozesse für die Einführung festzulegen. Hierfür könnte die Einführung der Technologien z.B. im **unternehmenseigenen Governance-Modell** verankert werden. Dabei sollten sowohl fachbereichsspezifische Komponenten wie auch Synergieeffekte über das gesamte Unternehmen hinweg berücksichtigt werden (Herm et al. 2021, S. 289ff.). Eine zentrale Stelle, die für die RPA-Systeme verantwortlich ist und die Umsetzung überwacht, kann Implementierungsprozesse erleichtern. Zusätzlich kann die Verantwortung über den RPA-Prozess in den jeweiligen Fachbereich übertragen werden, um einen besseren Einblick in den Implementierungsprozess zu gewährleisten und so Fehler zu vermeiden.

5. Identifikation und Bewertung der erforderlichen Datenquellen

5.1 Verschiedene Arten von Datenquellen

Daten bilden die Basis aller Analysen und Informationen, die im Unternehmen zur Verfügung stehen. Sie sind daher essenziell für das Controlling und die Unternehmensführung eines Unternehmens. Insbesondere Prognosen und die Strategiewahl basieren auf Daten. Sie sind sowohl in quantitativer Form (z.B. Umsatzzahlen) als auch in qualitativer Form (z.B. Kunde zufrieden oder nicht) verfügbar und beide Arten können analysiert werden und dabei Mehrwert generieren. Allerdings werden **quantitative Daten** für Analysen bevorzugt und werden häufiger verwendet. Es wird außerdem zwischen strukturierten, halb-strukturierten und unstrukturierten Daten unterschieden, wobei letztere durch Machine Learning und die Entwicklung hin zu Big Data immer mehr an Bedeutung und Popularität gewinnen (Kitchin 2014, S. 4ff.). Für die **Gewinnung der benötigten Daten** gibt es verschiedenen Möglichkeiten. Sie können **intern** durch Messungen oder Befragungen im Unternehmen erfasst werden. Andererseits können auch **externe Daten** (z.B. öffentlich zugängliche Daten aus Veröffentlichungen; *engl. Open Data*) genutzt werden. Öffentlich zugängliche Daten verfolgen den Zweck, die Informationen der breiten Öffentlichkeit zur freien Verfügung zu stellen. Diese sollten nach Möglichkeit strukturiert sein und damit eine variable Verwendung ermöglichen (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2021). Es wird vermutet, dass sich der Trend der Nutzung von Open Data in den nächsten Jahren weiter fortsetzt (Gewin 2016, S. 117f.). Es gibt dennoch weiterhin **Bedenken bei der Veröffentlichung** eigener Ergebnisse. Insbesondere der erhöhte Zeitaufwand, um die Daten für alle verständlich darzustellen, Nachahmung und mögliche Nachwirkungen von Veröffentlichungen werden als Hürden für Open Data genannt. Dem gegenüber stehen Zugang zu mehr Daten insbesondere für unerfahrenere Forscher und damit das Potenzial für bessere Forschungsergebnisse und die Möglichkeit der öffentlichen Anerkennung guter Forschungsarbeit. Darüber hinaus unterstützt Open Data Kollaborationen und kann im Unternehmenskontext durch Transparenz die Kundenzufriedenheit und das Ansehen des Unternehmens steigern (Kitchin 2014, S. 56).

Auch die **Frequenz, mit der Daten erfasst bzw. aktualisiert** werden kann variieren. Es können Daten sowohl turnusmäßig (einmal in der Woche, im Monat, ...) erfasst werden als auch kontinuierlich. Grundsätzlich gilt, dass aktuelle Daten die Analyseergebnisse positiv beeinflussen und Prozessoptimierungen erleichtern (Stürze et al. 2021, S. 49ff.). Es kann auf Veränderungen deutlich schneller reagiert werden und dadurch auch Fehler und Ineffizienzen reduziert werden. Auch Aspekte wie Predictive Maintenance können mit Echtzeitdaten umgesetzt werden. Allerdings ist eine häufigere Erfassung oder sogar die Bereitstellung von Echtzeitdaten auch mit Kosten ver-

bunden und kann zu einer zu hohen Datenmenge führen, mit der nicht mehr angemessen umgegangen werden kann. Die optimale Aktualisierungsfrequenz sollte daher je nach Anwendungsfall angepasst werden.

Die in den vorangegangenen Kapiteln aufgezeigten Prozesse setzen sich aus Daten verschiedener Quellen zusammen. Diese Daten lassen sich nach ihrer Herkunft und Aktualisierungsfrequenz unterteilen. Nachfolgende Tabelle bietet einen Überblick der verschiedenen Datenquellen.

Tabelle 8: Herkunft und Aktualisierungsfrequenz erforderlichen Daten

		Herkunft	
		Intern	extern
Aktualisierungsfrequenz	kontinuierlich	<ul style="list-style-type: none"> - Bilder Wareneingang und -ausgang - eigene Lieferscheine 	<ul style="list-style-type: none"> - Lieferscheine von Lieferanten - Bestellungen von Kunden (z.B. Portal, Mail, Telefon...)
	turnusmäßig	<ul style="list-style-type: none"> - Produktionsdaten - interne Forecastingdaten (z.B. Lagerbestände) 	<ul style="list-style-type: none"> - Lieferpläne von Lieferanten - externe Forecastingdaten (z.B. Rohstoffverfügbarkeit, Preisentwicklung...)

Die einzelnen Daten unterscheiden sich nach ihrer **Herkunft und Aktualisierungsfrequenz**, was Auswirkungen auf die Datenerhebung und -aufbereitung hat. Interne Daten liegen dem Unternehmen vor und müssen lediglich in einheitlicher Form aufbereitet werden. Hierbei bieten sich einheitliche Richtlinien an, die die Mitarbeiter verpflichten Dokumente in den entsprechenden Formaten abzuspeichern. Bei **externen Daten** kann das Format der Dateien nur bedingt festgestellt werden. Einerseits bestehen externe Daten aus dritten Quellen, wie z.B. externe Forecasting-Daten. Hierunter fallen öffentlich zugängliche Daten (Open Data) wie z.B. die Verfügbarkeiten von Rohstoffen oder Entwicklungen von Preisen und Währungen. Da diese aus nicht beeinflussbaren Quellen stammen, gilt es für die Integration in die eigene Systemlandschaft Verantwortungsbereiche festzulegen, die die Daten aufbereiten. Die Verantwortlichkeit sollte dabei in einer übergeordneten Stelle liegen und zentral koordiniert werden. Andererseits kann auf externe Daten von Kunden oder Lieferanten Einfluss genommen werden. So können bei Bestellungen von Kunden Formblätter oder Onlineformulare (z.B. über ein Bestellportal) zur Verfügung gestellt werden, mit Hilfe welcher die Bestellung getätigt wird. Hierbei sollten Ausnahmeregelungen – z.B. für langjährige Geschäftspartner – festgelegt werden, um die strategische Planung des Unternehmens aufrecht zu erhalten. Weitere externe Daten wie Lieferscheine oder Lieferpläne von

Lieferanten können ebenfalls nur zu Teilen gesteuert werden. Zwar können auch hier für bestimmte Dateiformate festgelegt werden, wobei sich die Lieferanten jedoch nicht verpflichtend daran halten müssen.

5.2 Kriterien zur Datenqualität

Voraussetzungen für ein funktionelles RPA sind zunächst einmal eine gute **Datenverfügbarkeit** und **-qualität**. Sie sollten in digitaler Form im System direkt vorliegen und einheitlich erfasst, formatiert und dokumentiert werden. Hinzu kommt, dass sie ständig verfügbar sein sollten und immer auf dem aktuellen Stand. Es werden die folgenden elf Kriterien für eine hohe Datenqualität definiert (Apel et al. 2015; Spennato 2021). Diese sollte stets die Basis für die Automatisierung eines Prozesses bilden.

- **Korrektheit** - Daten bilden Realität ab
- **Aktualität** - Daten bilde aktuelle Realität ab
- **Zuverlässigkeit** - nachvollziehbare Erhebung
- **Konsistenz** - Datensatz frei von Widersprüchen
- **Redundanzfreiheit** - keine doppelten Datensätze
- **Genauigkeit** - geforderte Exaktheit erfüllt
- **Vollständigkeit** - Daten liegen lückenlos vor
- **Einheitlichkeit** - einheitliche Struktur der Datensätze
- **Eindeutigkeit** - eindeutige Interpretierbarkeit
- **Relevanz** - Daten erfüllen geforderten Bedarf an Informationen
- **Zugänglichkeit** - jeder Bereich eines Unternehmens hat Zugriff

In der Literatur werden diese Kriterien mehr oder weniger vollständig bestätigt. Manche Autoren beschränken sich nur auf wenige Kriterien, wie z.B. Vollständigkeit oder Konsistenz (Heinrich und Klier 2011, S. 49f.). Otto und Österle (2016) fügen dem noch Verfügbarkeit als essenzielles Kriterium hinzu. Eine weitere Quelle benennt Zugänglichkeit, Nutzbarkeit, Zuverlässigkeit, Relevanz und Präsentationsqualität als die wichtigsten Indikatoren von Datenqualität im Kontext von Big Data und ordnet diesen Indikatoren jeweils zusätzliche Kriterien unter (Cai und Zhu 2015).

Zur **Steigerung dieser Kriterien** gibt es unterschiedliche Möglichkeiten und Herangehensweisen. Zu den wichtigsten Methoden zählen ein übergeordnetes Datenmanagement und eine gewissenhafte Kontrolle der vorhandenen Daten. Um Dopplungen und Fehler im Allgemeinen zu vermeiden, bietet es sich an die Daten gebündelt und einheitlich im System zu speichern. Dies sollte nach Möglichkeit unternehmensübergreifend erfolgen, so dass alle Abteilungen Zugriff haben und keine doppelten Datensätze gebildet werden. Die Daten sollten außerdem regelmäßig aktualisiert und gegebenenfalls gelöscht werden, wenn sie nicht mehr relevant sind. Es bietet sich an inaktive Datensätze bereits vorzeitig zu archivieren, um das Tagesgeschäft zu vereinfachen

ohne vorhandene Nachweispflichten zu verletzen. Auch die Erfassung der Daten direkt, sollte immer gewissenhaft durchgeführt und nachvollziehbar gemacht werden. Die Automatisierung der **Datenerhebung und -verwaltung** kann diese Prozesse unterstützen und verbessern, sollte aber dennoch überwacht werden. Auch automatisierte Prozesse sind nicht immun gegen Fehler, insbesondere wenn Daten aus handschriftlichen Dokumenten ausgelesen werden, können teilweise Zeichen falsch übernommen werden oder bereits zuvor inkorrekt erfasst worden sein. Die automatisierte Bereinigung von Daten kann ebenfalls dazu beitragen die Datenqualität zu steigern. Dies erfolgt unter anderem unter Zuhilfenahme von **Business Analytics Tools**. Diese können auch bei einer allgemeineren Beurteilung der Datenqualität verwendet werden, um die vorhandenen Fehler auszubessern. Es kann dabei von Vorteil sein zunächst ein angestrebtes Qualitätsniveau zu definieren. Um Korrektheit, Relevanz und Vollständigkeit sicher zu stellen, können außerdem klare Richtlinien hilfreich sein. Ist es bspw. ausreichend die Telefonnummer eines Kunden zu erfassen oder muss zwingend auch eine Mail-Adresse hinterlegt werden? Auch für den Umgang mit fehlerhaften Daten sollten klare Richtlinien angegeben werden.

Da diese Methoden allerdings nicht ausreichen, ist es essenziell die **Mitarbeiter** für die Bedeutung einer **hohen Datenqualität zu sensibilisieren** und dazu zu bringen, diese selbstständig zu steigern. Insbesondere Fehler bei der Erhebung der Daten sollten so reduziert werden können. Auch eine klare Rollenzuweisung kann dabei helfen die Datenqualität zu steigern, da so Redundanzen reduziert werden können (Beilhammer 2021).

5.3 Erhöhung der Datenqualität

In Interviews mit 6 Unternehmen wurden insbesondere die Bedeutung von Einheitlichkeit und Vollständigkeit der Daten auf die Funktionalität der Prozessautomatisierung betont. Bots können mit uneinheitlichen Daten nicht angemessen umgehen und nur vollständige Datensätze können auch das volle Potenzial von RPA ausschöpfen. Inkorrekte Daten durch Rechtschreibfehler oder ähnliches stellen den meisten Teilnehmern zu Folge kein so großes Problem dar. Sie werden zwar übernommen, aber die Funktionsweise wird nicht beeinflusst und die Fehler können im Anschluss manuell ausgebessert werden. OCR etwa kann bei unvollständigen Dokumenten die Lücken nicht ausfüllen, was zu Fehlern führen kann. Mangelnde Einheitlichkeit dagegen kann bspw. dazu führen, dass der Regression Tree Learner zu unterschiedlichen Erkenntnissen kommt, obwohl er das nicht sollte. Es sind daher Kriterien für die verwendeten Dokumente oder Daten festzulegen, die keinen Spielraum für Fehlinterpretationen lassen und die Einhaltung sollte regelmäßig kontrolliert werden.

Die **Aufrechterhaltung einer hohen Datenqualität** ist eine kontinuierliche Aufgabe, die nicht mit der Erfassung erfüllt ist, sondern Kontrolle und Pflege der Daten verlangt. Um dies zu erreichen, muss das Bewusstsein der Belegschaft für die Bedeutung von

Daten und eine hohe Qualität dieser geschärft werden. Ein Unternehmen sollte versuchen die Motivation der Mitarbeiter zu steigern die Qualität auf einem konstant hohen Niveau zu halten (Apel et al. 2015, S. 11ff.). Sollten dennoch Probleme auftreten, ist es besonders wichtig diese unternehmensweit zu kommunizieren. Dadurch kann vermieden werden, dass sie sich wiederholen oder fortsetzen.

Mögliche Quellen von Problemen können unter anderem **Systemvereinigungen** in Folge von Fusionen oder Übernahmen sein. Dabei müssen die Daten häufig rasch zusammengeführt werden, was Potenzial für Fehler und Ineffizienzen bietet. Es ist besondere Vorsicht geboten, wenn die Daten von einem System in ein anderes überführt werden. Dies kann unter anderem zu Duplikaten führen oder Datensätze werden nicht korrekt oder nicht vollständig übernommen. Diese Probleme können auch für **System-Updates** auftreten, wenn auch in geringerem Ausmaß. Eine weitere Fehlerquelle ist die **manuelle Erfassung von Daten** und menschliches Fehlverhalten. Dabei spielt insbesondere der Umgang mit fehlenden Informationen eine zentrale Rolle. Menschliches Versagen lässt sich nicht vollkommen vermeiden, aber durch ein stärkeres Bewusstsein der Mitarbeiter kann in den meisten Fällen die Gewissenhaftigkeit mit den Informationen behandelt werden erhöht werden. Ein weiteres Mittel ist die Reduktion menschlichen Einflusses durch die Automatisierung von Prozessen und Datenbehandlungen.

Zu den weiteren Problemstellen zählen **Datenkonvertierungen** basierend auf unvollständigen, uneinheitlichen oder schlicht fehlerhaften Datensätzen, die **gebündelte Zuführung von großen Datenmengen** oder **Echtzeitschnittstellen**, die eine Kontrolle der Daten erschweren. Hinzu kommen Fehler, die durch die eigentliche **Verarbeitung der Daten** entstehen. Insbesondere kleine Veränderungen im Programm werden häufig nicht adäquat berücksichtigt und führen so zu Störungen. Auch bei der **Bereinigung** und der **Entfernung** von Daten können neue Probleme auftreten. Obwohl die Bereinigung von Daten bereits meist automatisiert ist, bringt sie häufig neue Fehler mit sich. Beim Entfernen alter Daten werden immer wieder versehentlich auch relevante und aktuelle Daten entfernt.

Des Weiteren stellen **Veränderungen der zugrundeliegenden Objekte** ein weiteres Problem dar. Adressänderungen, Namensänderungen oder neue Kontaktdaten werden häufig nicht erfasst und führen zu veralteten Daten.

Die Qualität von Daten ist insgesamt subjektiv. Datensätze können für einen Zweck vollständig sein oder eine ausreichende Qualität aufweisen und für einen anderen unpassend sein. Teilweise ist die Qualität auch an Personen und deren **Expertise** gebunden. Sind diese Personen dann nicht mehr im Unternehmen, so können Datensätze nicht mehr verstanden oder analysiert werden, da andere Personen nicht wissen, wie sie damit umgehen sollen und die benötigten Informationen nicht ausreichend dokumentiert sind. Viele dieser Probleme können durch **Datenqualitätsmanagement (DQM)**, **Data Governance** und **Prozessautomatisierungen** reduziert oder sogar behoben werden, aber die Automatisierung selbst kann auch neue Komplikationen mit

sich führen. Es fehlt dadurch bspw. die Prüfung durch einen Menschen auf Sinnhaftigkeit der Daten (Maydanchik 2007, S. 20f.). Zu den Aufgaben des DQM zählen die Analyse, Verbesserung und Sicherung der Datenqualität. Angewandte Maßnahmen sind unter anderem Prüfregelein (z.B. auch Pflichtfelder in Eingabemasken) für manuelle Eingaben, eindeutige Identifikationsnummern und nachträgliche Datenbereinigungen (Otto und Österle 2016).

Zusätzlich muss der **Datenschutz** im Umgang mit Daten berücksichtigt werden. Dies schränkt die Zugänglichkeit von Daten im Unternehmen ein und stellt höhere Anforderungen an die Eliminierung alter Daten und den Umgang mit personenbezogenen Daten insgesamt.

Der wichtigste Faktor, um einer geringen Datenqualität entgegenzuwirken, sind den Teilnehmern zu Folge **Schulungen der Mitarbeiter**. Es entstehen inzwischen ganze Berufsfelder, die sich in erster Linie mit der Analyse und dem Umgang mit Daten befassen (Data Analysts, Data Scientists,). Dies zeigt bereits die Bedeutung, die dieser Bereich inzwischen einnimmt. Können allerdings keine Experten angeworben werden, machen auch Weiterbildungen der aktuellen Mitarbeiter bereits einen enormen Unterschied.

Die **Einbindung anderer Datenquellen** und der Einsatz neuer Technologien sind weitere wichtige Komponenten, die zu einer Verbesserung beitragen können. Zu diesen neuen Technologien zählt unter anderem 5G, das neue Anwendungen der Daten ermöglicht. Außerdem können Analysen von Zeitreihen-Datenbanken und die Verwendung von Datenstromverarbeitungssoftware für Echtzeitanalysen von Daten die Datenqualität und den Nutzen der Daten steigern. Um sicherzustellen, dass beim Transport von Daten zwischen verschiedenen Speicherorten (z.B. Cloud und lokal) keine Daten verloren gehen, kann Data Tiering verwendet werden (Stöhr, 2020).

Durch Verfahren wie Fuzzy Matching kann die Verwendung verschiedener Datenquellen begünstigt werden. Dabei werden die unterschiedlichen Datenbestände sinnvoll zusammen geführt (Litzel 2014). Darüber hinaus kann eine höhere Datenqualität auch durch eine bessere IT-Infrastruktur und eine Umstrukturierung der Organisation erreicht werden. Dazu zählt auch die Etablierung ganzer Abteilungen, die sich mit diesem Thema befassen, oder zumindest einzelner Ansprechpartner in den Abteilungen („Data Steward“ (Weber und Klingenberg 2020, S. 30ff.)). Für kleinere Unternehmen, die nicht die Mittel haben eine neue Abteilung einzurichten oder sich in ausreichender Tiefe mit der Thematik zu befassen, kann es auch Sinn machen **externe Dienstleister einzubeziehen**, um die Datenqualität zu erhöhen und insgesamt die Abläufe im Datenmanagement zu optimieren.

Tabelle 9: Maßnahmen und Ansätze zur Steigerung der Datenqualität

Gründe für Qualitätsprobleme	Maßnahmen zur Erhöhung	Konkrete Ansätze zur Umsetzung
Systemvereinigungen und Updates	sorgfältige Überführung; Datenkontrolle	Kontrolle auf Duplikate
Manuelle Datenerfassung (human error)	Sensibilisierung der MA; Prozessautomatisierung; Bild-/Texterkennung	Vermeidung physischer Dokumente, verpflichtendes Dokumentenmanagement
Datenkonvertierungen	Zugrundeliegende Datensätze verbessern	Sorgfältige Analyse des Datensatzes
Zuführung großer (gebündelter) Datenmengen	Regelmäßige Kontrolle und schnelle Reaktion auf Fehler	Stichprobenkontrolle vor Zuführung
Echtzeitschnittstellen	Evaluierung der Nachteile von Qualitätsverlusten und der Vorteile schnellerer Datenweitergabe	
Datenverarbeitung	Berücksichtigung kleiner Veränderungen	Dokumentation aller Vorgänge (kaum umsetzbar)
Bereinigung von Daten	Automatisierung, aber manuelle Kontrolle	Fehlerreduktion in den Algorithmen
Entfernen von Daten	Sorgfältige Prüfung der Löschvoraussetzungen	Stichprobenkontrolle der zu löschenden Datensätze
Datenobjekte verändern sich und werden nicht aktualisiert	Regelmäßige Kontrolle und Aktualisierung der Daten	Jährliche Abfrage der Kontaktdaten
Verlust von Expertise	Rechtzeitige Weitergabe des Wissens; Generalisierung der Daten; Verständnis erhöhen	Ausnahmen oder Besonderheiten sorgfältig dokumentieren
Prozessautomatisierung	Sorgfältige Programmierung	
Unzureichendes DQM	Fortbildungen und eigene Stelle für DQM; Sensibilisierung	Unternehmensübergreifende Richtlinien publizieren; klare Rollenzuteilung; kontinuierliche Erfassung des Reifegrads

5.4 Reifegradmodell zur Bewertung der Datenqualität von Prozessen

Die vorangegangenen Maßnahmen und Ansätze zur Erhöhung der Datenqualität dienen als allgemeine Vorschläge für Unternehmen. Aufgrund ihrer Größe und tätigkeitsspezifischen Ausprägungen weisen die Unternehmen jedoch unterschiedliche Reifegrade in den einzelnen Datenkategorien auf. Aus diesem Grund wurde ein Reifegradmodell zur Identifizierung der Datenqualität entwickelt und in einem **Workshop** im Rahmen des dritten Projekttreffen von **Vertretern von neun Unternehmen** validiert.

Durch die einfache Darstellung des Modells sowie die Unterteilung in **verschiedene Daten- sowie Reifegradkategorien**, können Unternehmen ihre Datenqualität eigenständig einordnen. Neben dem allgemeinen Digitalisierungsgrad des Unternehmens stellen die Datenmenge, Datenvarianz, das Datenformat sowie die Verantwortung der Daten die fünf Datenkategorien dar. Der **Digitalisierungsgrad** beschreibt dabei die digitalen Strukturen des gesamten Unternehmens. Die **Datenmenge** bezieht sich auf die Menge an vorhandenen Daten eines Prozesses. Unter der **Datenvarianz** werden Unterschiede innerhalb der Datenkategorien zusammengefasst. Insbesondere die Struktur der Datenmenge und der Datenformate werden hier auf Konsistenz überprüft. In der nächsten Kategorie wird das **Format der Daten** betrachtet. Hierbei wird insbesondere nach Video-, Audio-, Bild- und Textdateien sowie Zahlenformaten unterschieden. Die abschließende Kategorie bildet die **Datenverantwortung**. Dabei muss die Frage gestellt werden, in welchem Umfang die Beschaffung von Daten einzelnen Personen oder Bereiche zugeordnet werden kann. In Folge des entwickelten Reifegradmodells werden die Einführungskriterien aus dem ersten Kapitel um die Datenmenge und den Datentyp ergänzt. Zusätzlich wird das im Reifegradmodell nicht aufgenommene, jedoch unternehmerseitig relevante Kriterium der Datensicherheit ebenfalls in die Bewertungskriterien aufgenommen.

Anstelle des im Forschungsantrag ausgewiesenen Handbuchs zur Datenqualitätsanalyse wurde das Reifegradmodell entwickelt. Im Verlauf des Projekts hat es sich in Diskussionen mit dem projektbegleitenden Ausschuss herausgestellt, dass dieses gemeinsam mit den zuvor aufgeführten Maßnahmen und Ansätzen zur Steigerung der Datenqualität KMU hilft, die Qualität ihrer Daten selbstständig zu bewerten. Hierbei können sich die Unternehmen in die vier Stufen Explorer, Tester, User und Leader einordnen. In den **Kategorien Explorer und Tester** sind die Anforderungen an die jeweilige Datenkategorie nicht bzw. nur teilweise erfüllt, während in der Stufe der **User** eine überwiegende und in der Stufe der **Leader** eine vollständige Erfüllung vorliegt. Nachfolgend werden die einzelnen Stufen der Datenkategorien aufgeführt und mit Beispielprozessen versehen. Das gesamte Reifegradmodell ist im Anhang beigelegt.

Digitalisierungsgrad

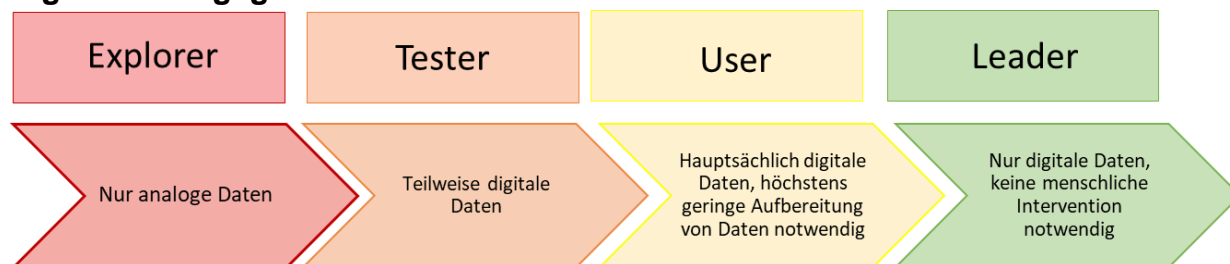


Abbildung 13: Reifegradmodell: Digitalisierungsgrad

Beispielprozess: Ausschussdokumentation in der Produktionvorstufe/-endstufe

Während des Produktionsprozesses kommt es zu Produktionsfehlern. Damit hier weitere Analysen getätigt werden können, müssen die Mitarbeiter den Produktionsausschuss sowie den Grund des Fehlers dokumentieren.

Explorer:

Neben den Maschinen in der Produktionshalle hängen Ausschusslisten aus. Der jeweilige Mitarbeiter trägt entstehende Schäden während der Produktion händisch in die Liste ein.

Tester:

Neben den Maschinen in der Produktionshalle hängen Ausschusslisten aus. Der jeweilige Mitarbeiter trägt entstehende Schäden während der Produktion händisch in die Liste ein. Die Listen werden nach Schichtende vom Schichtleiter eingesammelt. Einige wenige Schichtleiter digitalisieren die Listen, während andere mit den händisch ausgefüllten Listen arbeiten.

User:

In der Produktionshalle stehen Mitarbeitern Computer zur Verfügung. Wird an einer Maschine Ausschuss produziert, trägt der jeweilige Mitarbeiter diese Fehlproduktion in eine vorgefertigte Formatvorlage ein. Oftmals nennen die Mitarbeiter den Grund der Produktion nicht. Dieser muss vom Schichtleiter erfragt, überprüft und nachgetragen werden.

Leader:

In der Produktionshalle stehen Mitarbeitern Computer zur Verfügung. Wird an einer Maschine Ausschuss produziert, trägt der jeweilige Mitarbeiter diese Fehlproduktion in eine vorgefertigte Formatvorlage ein. Damit der Produktionsfehler gespeichert werden kann, müssen alle Kriterien (z.B. Produktnummer, Maschinennummer, Grund der Fehlproduktion...) erfasst werden. Dadurch können automatisierte Ausschusslisten erstellt werden und eine menschliche Interaktion ist nicht notwendig.

Datenmenge

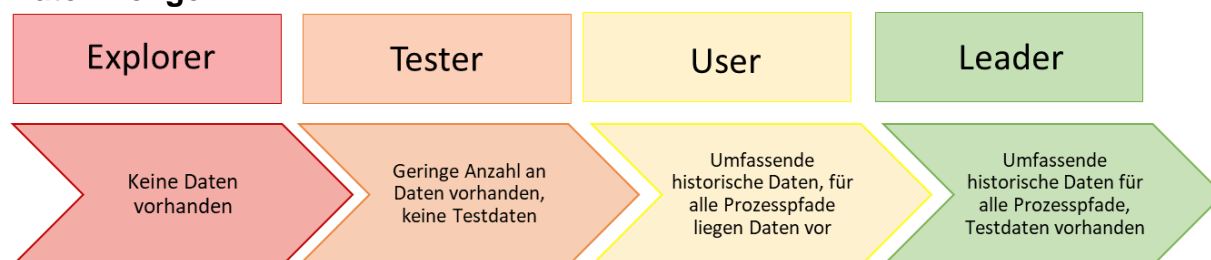


Abbildung 14: Reifegradmodell: Datenmenge

Beispielprozess: Kundenbestellungen

Das Unternehmen vertreibt die Produkte über verschiedene Kanäle. Die Verkaufsabteilung prüft die Bestellungen und gibt den Warenversand frei.

Explorer:

Das Unternehmen führt ein neues Produkt ein. Der Verkauf richtet sich zum aktuellen Zeitpunkt nur an langjährige Unternehmenskunden. Im Außendienst wurden bereits Bestellungen von Vertriebler aufgenommen. Diese übermitteln die Bestellung telefonisch an die Verkaufsabteilung.

Tester:

Die Bestellung eines Produkts ist über verschiedene Kanäle möglich. Einige Kunden nehmen ihre Bestellung per E-Mail auf. Diese müssen von der Verkaufsabteilung gesichtet und in die unternehmensinternen Programme überführt werden.

User:

Die Bestellungen werden über ein Online-Bestellformular aufgenommen. Dadurch sind alle getätigten Bestellungen in der Online-Datenbank vorhanden. Die Kunden müssen dabei alle einzelnen Bausteine des Formulars ausfüllen, um die Bestellung ausführen zu können. Innerhalb der Datenbank werden die Bestellungen in chronologischer Reihenfolge sortiert.

Leader:

Die Bestellungen werden über ein Online-Bestellformular aufgenommen und automatisiert in die Datenbank überführt. Diese erstellt zu jedem Produkt und jedem Kunden eine Liste der getätigten Bestellmengen und -preise. Diese Listen können als Testdaten für die Analyse zur Prozessautomatisierung genutzt werden.

Datenvarianz

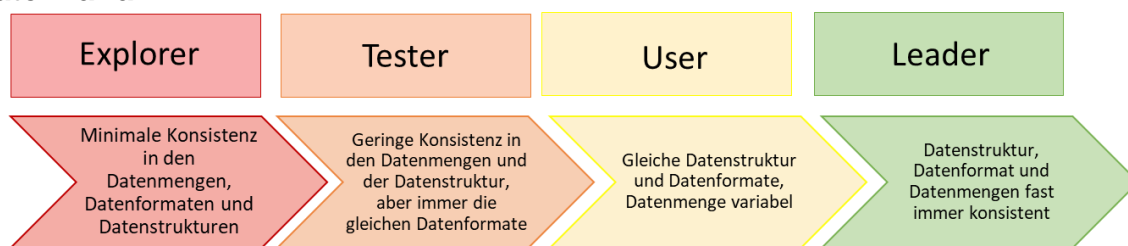


Abbildung 15: Reifegradmodell: Datenvarianz

Beispielprozess: Reportingbericht der Produktion

Zur Steuerung der Produktionsaktivitäten wird wöchentlich ein Bericht an die Geschäftsleitung geschickt. Die relevanten Daten werden von den jeweiligen Abteilungen und Standorten erfasst und in einem zusammenfassenden Bericht an die Geschäftsleitung versandt.

Explorer:

Jede Abteilung und jeder Standort fasst die Produktionsdaten in eigener Form zusammenfasen. Es besteht keine Vorgabe über Datenformate und Datenmengen. Dadurch werden die Produktionsdaten in verschiedenen Formaten übermittelt und weisen unterschiedliche Strukturen auf. Die Daten müssen aufwendig überarbeitet und zusammengeführt werden.

Tester:

Damit die Daten leichter verarbeitet werden können, besteht die Vorgabe die Produktionsdaten in einem bestimmten Dateiformat zu erstellen (z.B. CSV-Datenformat). Genaue Richtlinien und den Umfang und die Struktur der Daten bestehen nicht. Weiterhin müssen die Daten in einer gemeinsamen Excel-Datei zusammengeführt werden.

User:

Das Unternehmen gibt das Datenformat sowie die Struktur der Daten vor. Diese müssen dabei im CSV-Datenformat in eine vorgefertigte Tabelle eingetragen werden. Spezifische Richtlinien über den Umfang des Berichts gibt es nicht. Während einige Abteilungen die wesentlichen Informationen zusammenfassen, führen andere Abteilungen alle Einzelheiten der Produktion auf. Mit geringem Aufwand werden die Daten vereinheitlicht und an die Geschäftsleitung versandt.

Leader:

Das Unternehmen stellt den einzelnen Abteilungen und Standorten eine Excel-Vorlage zur Verfügung. In einer vorgefertigten Tabelle wird von jeder Abteilung die gleiche Menge an Daten in gleicher Struktur eingetragen. Ein Gesamtbericht kann einfach erstellt und an die Geschäftsleitung versandt werden.

Datenformat

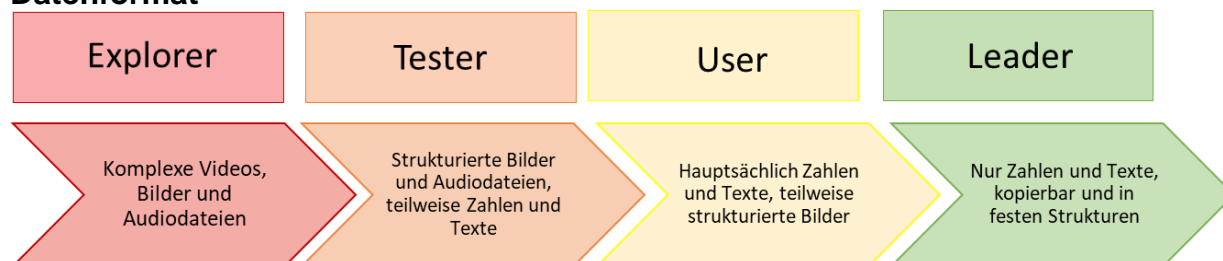


Abbildung 16: Reifegradmodell: Datenformat

Beispielprozess: Warenausgang

Der Versand von Waren wird dokumentiert. Eine Dokumentation sichert das Unternehmen rechtlich ab, sollte es während der Lieferung zu Verzögerungen oder Schäden kommen.

Explorer:

Um den Warenausgang zu dokumentieren machen die Mitarbeiter Videos und Bilder von den versandbereiten Produkten. Diese laden sie im Dokumentationstool des Warenausgangs hoch und ordnen sie manuell der jeweiligen Bestellnummer zu.

Tester:

Die Mitarbeiter des Warenausgangs machen Bilder der versandbereiten Produkte. Zusätzlich fotografieren sie direkt im Anschluss den jeweiligen Lieferschein mit allen relevanten Informationen. Beide Dokumente laden sie im Dokumentationstool des Warenausgangs hoch. Der Lieferschein lässt sich mittels OCR auslesen.

User:

Alle relevanten Daten zum Warenausgang (z.B. Artikelnummer, Bestellnummer, Liefermenge) werden direkt in das Dokumentationstool des Warenausgangs eingetragen. Der Lieferschein wird zusätzlich fotografiert, um Versandinformationen mittels OCR auslesen zu können.

Leader:

Alle relevanten Daten zum Warenausgang (z.B. Artikelnummer, Bestellnummer, Liefermenge) sowie weitere Versandinformationen (z.B. Lieferschein, Transportunternehmen) werden direkt in das Dokumentationstool des Warenausgangs eingetragen. Bilder der Waren können zusätzlich hinterlegt, müssen jedoch nicht ausgelesen werden.

Datenverantwortung

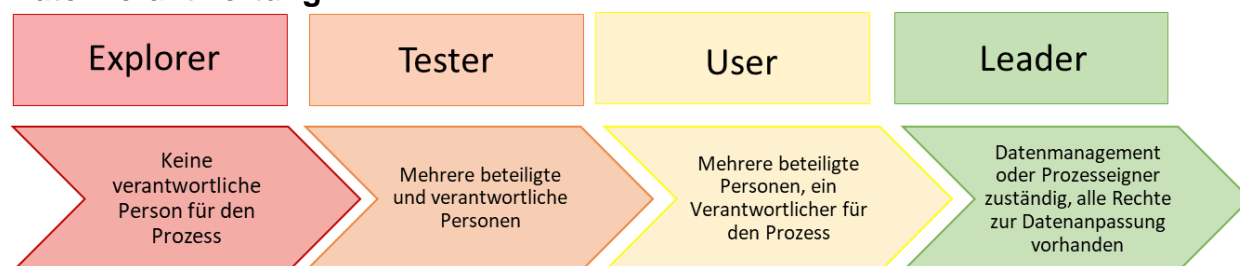


Abbildung 17: Reifegradmodell: Datenverantwortung

Beispielprozess: Maschinenauslastung in der Produktion

Zur Steuerung des Maschineneinsatzes in der Produktion werden die dafür relevanten Daten analysiert. Hierzu gehören u.a. die Laufzeiten, Standzeiten, Fehlermeldungen und der Output.

Explorer:

Es bestehen keine Vorgaben zur Dokumentation der Maschinenauslastung. Der Produktionsleiter ist zwar für den gesamten Produktionsablauf zuständig, trägt jedoch keine Verantwortung für die Dokumentation.

Tester:

Die relevanten Informationen über die eingesetzten Maschinen werden täglich vom jeweiligen Maschinenbediener dokumentiert. Aufgrund des Schichtbetriebs arbeiten täglich mehrere Mitarbeiter an einer Maschine. Diese sind für die Dokumentation der Maschinenauslastung verantwortlich.

User:

Die Maschinenauslastung wird von den jeweiligen Maschinenbediener dokumentiert. Der Produktionsleiter ist dafür verantwortlich, dass alle relevanten Daten ordnungsgemäß im System hinterlegt wurden.

Leader:

Die Dokumentation der Maschinenauslastung wurde innerhalb des Datenmanagementsystems verankert. Die Mitarbeiter sind verpflichtet nach ihrer Schicht die Maschinenauslastung vollständig in das System einzutragen. Der Produktionsleiter ist für den Prozess verantwortlich und hat die Rechte zur Anpassung der Daten.

6. Einführungskonzept zur RPA-Umsetzung in KMU

Bei der Einführung neuer Technologien muss vorab ein Konzept zur zielgerichteten Implementierung erstellt werden. Dabei gilt es zunächst auf die Spezifika der einzuführenden Technologie einzugehen, um notwendige Maßnahmen zur Einführung ableiten zu können. Neben den einzelnen Ausprägungen der jeweiligen Technologie, sind auch die Eigenschaften des Unternehmens zu berücksichtigen. Insbesondere die Unternehmensgröße spielt dabei eine entscheidende Rolle. Während große Unternehmen mehr Mittel zur RPA-Implementierung zur Verfügung haben, müssen KMU ihre begrenzten Ressourcen gezielt einsetzen, um die entsprechenden Unternehmensbereiche weiterzuentwickeln (Weber und Klingenberg 2020; Massis et al. 2018). Neben geringeren finanziellen Mitteln ist bei der RPA-Implementierung in KMU die Organisationsstruktur maßgeblich. Die Einführung neuer Technologien benötigt digitale Kompetenz, die zumeist in den IT-Abteilungen der einzelnen Unternehmen liegt. KMU beschäftigen weniger Mitarbeiter und weisen dadurch kleinere Abteilungen auf. Je nach Unternehmensgröße ist es auch möglich, dass einzelne Mitarbeitende in mehreren Tätigkeitsbereichen zu verorten sind und folglich verschiedene Aufgaben übernehmen (Weber und Klingenberg 2020; Albayrak und Gadatsch 2017). Um unternehmensinterne Prozesse auf ihre RPA-Tauglichkeit zu untersuchen, müssen vorab alle Informationen über den Prozess bereitgestellt werden. Dieser Grad der Prozessdokumentation ist entscheidend, um vorab die Voraussetzungen einer RPA-Einführung zu prüfen und folgend die richtigen Maßnahmen zur Implementierung festzulegen. Das Reifegradmodell der Daten aus dem vorangegangenen Kapitel kann KMU dabei unterstützen, die eigene Datenqualität zu überprüfen und zu verbessern. Da sich die einzelnen strukturellen Charakteristika wie z.B. Unternehmensgröße oder Grad der Prozessdokumentation in jedem Unternehmen unterscheiden, gilt es, im Folgenden ein allgemeingültiges Einführungskonzept zu entwickeln. Einige Schritte des Einführungskonzepts sind in KMU schwieriger umzusetzen als in großen Unternehmen, weshalb an entsprechenden Stellen des Konzepts potenzielle Alternativen für KMU beschrieben werden.

6.1 Voraussetzungen einer erfolgreichen RPA-Implementierung

Die RPA-Einführungskriterien aus dem dritten Kapitel dienen als Entscheidungsgrundlage zur Einführung von RPA. Anhand der Kriterien können Prozesse bewertet und auf ihre RPA-Tauglichkeit untersucht werden. Bei der tatsächlichen Einführung von RPA gilt es, den Implementierungsprozess im Voraus zu strukturieren. Die Aufgaben können Schritt für Schritt entlang des Einführungskonzepts durchgeführt werden, um eine fehlerhafte Umsetzung im Unternehmen zu vermeiden.

In der Literatur lassen sich einige Konzepte zur erfolgreichen Implementierung finden. Weber und Klingenberg; Flechsig et al. (2020; 2022) definieren drei grundlegende

Phasen für die Organisation von RPA: die „Pre-Implementation“, die „Implementation“ und die „Post-Implementation“. Auch Noppen et. Al. schlagen drei Phasen mit steigenden Reifegraden vor („Establish capability“, „Develop capability“ und „Mature capability“) (Weber und Klingenberg 2020; Noppen et al. 2020). Darüber hinaus entwickelte Weber und Klingenberg; Anagnoste (2020; 2013) ein Zielbetriebsmodell zum Aufbau eines RPA Center of Excellence. Insbesondere die Konzepte der drei Autorengruppen dienten als Inspirationen zur Entwicklung eines RPA-Einführungskonzepts. Gemeinsam mit zwei Unternehmen aus dem projektbegleitenden Ausschuss wurden in mehreren Expertengesprächen die einzelnen Einführungsschritte auf Basis von Erfahrungswerten hergeleitet. Dabei wurde bisherige Einführungskonzepte der Unternehmen betrachtet und Rückschlüsse auf einen möglichen Einsatz bei der Einführung von RPA gezogen. Die einzelnen Einführungsschritte wurden sachlogisch geordnet und chronologisch aufgelistet. Das Einführungskonzept besteht aus drei Phasen, welche im Nachfolgenden beschrieben werden, wobei das gesamte Einführungskonzept dem Anhang beigelegt ist.

6.2 Die drei Phasen des RPA-Einführungskonzepts

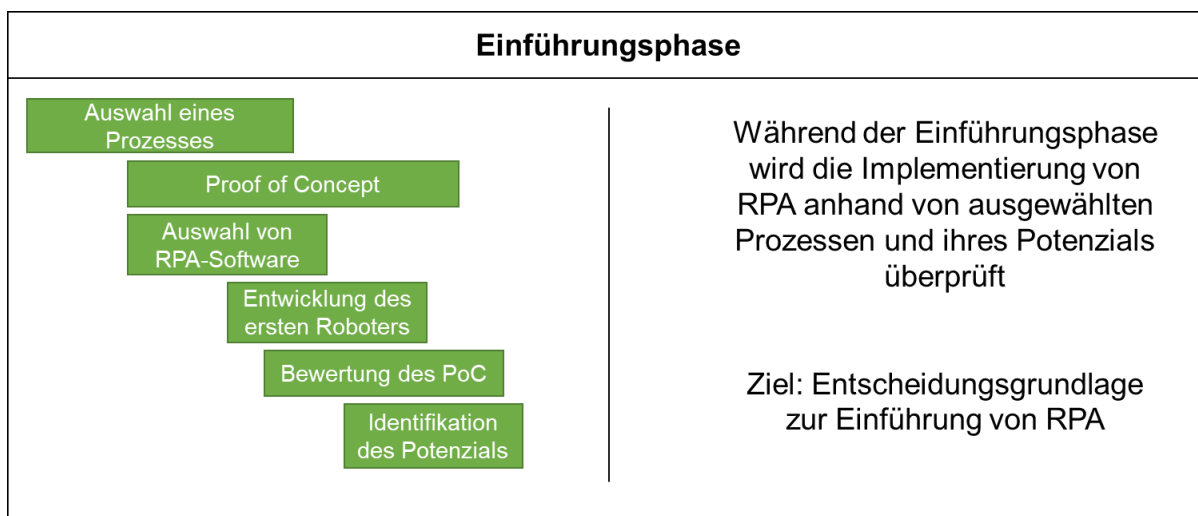


Abbildung 18: RPA-Einführungskonzept: Einführungsphase

Das Einführungskonzept stellt die Roadmap zur Einführung von RPA dar. Am Anfang der Einführung von RPA steht die **Auswahl eines geeigneten Prozesses**. Die in Kapitel zwei aufgeführten und in Kapitel drei erweiterten Kriterien zur Identifikation eines für RPA geeigneten Prozesses können als Grundlage bei der Prozessauswahl dienen. Dabei empfiehlt sich eine Vorauswahl mehrerer geeignet Prozesse. Mit Hilfe des in Kapitel 6 beschriebenen Softwaredemonstrators kann die RPA-Tauglichkeit von Prozessen analysiert werden. Eine übersichtliche Darstellung innerhalb des Tools vergleicht die aufgenommenen Prozesse anhand der Ausprägung der Kriterien und zeigt

einzelne Unterschiede anhand eines Spinnennetzdiagramms auf. Bei der erstmaligen Einführung von RPA sollten zunächst nur einzelne Prozesse pilotweise automatisiert werden. Für die ausgewählten Prozesse muss im ersten Schritt ein Proof of Concept erstellt werden. Hierbei sollte der Prozess vollständig aufgenommen werden, um die Ausgangssituation zu skizzieren. Dabei wird der Prozess in seine einzelnen Prozessschritte zerlegt, damit anhand dessen eine mögliche Umsetzung durch einen RPA-Bot zugeordnet werden kann. So wird im Rahmen des Proof of Concept bestimmt, welche Prozessschritte automatisiert werden und welche weiterhin von einem Mitarbeiter durchgeführt werden müssen. Dadurch lässt sich auch die Automatisierungsquote (Anteil der durch den Softwarebot durchgeführten Schritte an Gesamtprozessschritten) für den Prozess berechnen. Diese kann im Proof of Concept als Zielbild für das Automatisierungsprojekt hinterlegt werden. Zusätzlich werden die benötigten Ressourcen für die Durchführung eines jeden Prozessschritts aufgenommen. Dazu gehören einerseits die verantwortlichen Mitarbeiter (oder Bereiche) die für den Prozess zuständig sind. Andererseits sollten alle Systemschnittstellen aufgenommen und den Prozessschritten zugeordnet werden. Das Proof of Concept dient während des Automatisierungsprojekts als Grundlage für die anschließende Bewertung der RPA-Umsetzung und wird folgend als Entscheidungsgrundlage herangezogen. Nachdem das Proof of Concept finalisiert ist, muss ein passender RPA-Softwareanbieter gewählt werden. Hierbei bieten sich verschiedene Softwares unterschiedlicher Anbieter an. Diese bieten zumeist auch beratenden Leistungen während des Implementierungsprozesses an. Insbesondere für KMU kann es bei entsprechenden Fähigkeiten im Unternehmen ratsam sein, selbst kleine Softwarebots zu programmieren (z.B. mit VBA). Der Gartner Bericht „Magic Quadrant for Robotic Process Automation“ (2021) vergleicht die führenden RPA-Softwareanbieter anhand verschiedener Kompetenzen.



Abbildung 19: Magic Quadrant for RPA 2021

Bewertet werden Unternehmen anhand von zwei Kategorien. Die *Completeness of Vision* vergleicht das Business Model und die globale Strategie des Anbieters mit aktuell prognostizierten Marktentwicklungen. Unter *Ability to Excute* wird die Fähigkeit des Anbieters seine Produkte weiterzuentwickeln sowie seinen Kundenstamm auszubauen. Außerdem berücksichtigt die Kategorie finanzielle Ressourcen sowie das Pricing des Anbieters. Das Modell klassifiziert die Anbieter in vier verschiedene Stufen. Dabei werden die Unternehmen in der Besten Marktposition als *Leader* eingestuft. Sie haben bereits einen großen Kundenstamm, ein ausgereiftes Produkt- und Serviceangebot und finanzielle Sicherheit, sodass sie am Markt vorangehen können. Unternehmen in der Kategorie der *Challenger* verfügen zumeist über große finanzielle Ressourcen, konnten ihr Potenzial z.B. aufgrund von mangelnder Innovationskraft noch nicht vollends ausschöpfen. In der Kategorie der *Visonaries* finden sich Unternehmen wieder, die versuchen sich durch neue Technologien oder Geschäftsmodelle vom Markt zu differenzieren. Ihre innovativen Produkte werden am Markt zwar zu guten Konditionen angeboten, sind jedoch für die Endkunden mit höherem Risiko verbunden. Die Kategorie der *Niche Players* beinhaltet Unternehmen, die sich bewusst auf bestimmte

Marktsegmente spezialisiert haben. Durch ihre geringeren Marktanteile und Kundestämme ist ihre Implementierungsfähigkeit eher gering einzuschätzen. Nachfolgend werden die vier Leader kurz vorgestellt.³



UiPath gilt als aktuell bester RPA-Softwareanbieter auf dem Markt. Dabei zeichnet sich das global agierende Unternehmen durch ein großes Kunden- und Partner-Ökosystem aus

Das System von Automation Anywhere ist eine der führenden Cloud-nativen RPA-Plattformen. Kunden heben dabei das intuitive Analyse-Dashboard hervor.



Das global agierende Unternehmen Blueprism wirbt insbesondere mit einer zentral verwalteten Automatisierung und hohen Sicherheitsstandards.

Das Technologieunternehmen Microsoft hat mit „Power Automate“ eine eigene RPA-Software. Die einfache Integration in das Microsoft-Ökosystem hebt das Unternehmen als Vorteil für Kunden und Partner hervor.



³ Website des jeweiligen Anbieters: <https://www.uipath.com/de/>; <https://www.automationanywhere.com/>; <https://www.blueprism.com/de/>; <https://powerautomate.microsoft.com/de-de/robotic-process-automation/>

Nachdem ein RPA-Anbieter ausgewählt wurde, kann ein erster Software-Bot erstellt werden. Hierfür müssen zunächst alle benötigten Informationen zusammengeführt und den einzelnen Prozessschritten zugeordnet werden. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf den einzelnen Systemschnittstellen des Prozesses. Der Zugang zu den einzelnen Programmen muss gewährleistet sein, damit der RPA-Bot einen reibungslosen Prozessdurchlauf durchführen kann. Insbesondere Zugangsbarrieren wie z.B. Passwörter müssen entweder im System automatisiert hinterlegt oder im Regelwerk des RPA-Bots aufgenommen werden. Dabei sind datenschutzrechtliche Interessen des Unternehmens stets zu beachten. Außerdem muss hier auch das Risiko eines Prozessausfalls durch Änderungen oder Updates an den einzelnen Systemschnittstellen in Betracht gezogen werden. Beispielhaft ist hier die Aufforderung einer Passwortänderung (z.B. durch das ERP-System) zu nennen. Zusätzlich müssen vor der Erstellung des Bots Spezifika der Systemschnittstellen aufgenommen werden. Dies ist wichtig, da auftretende Probleme bei der Interaktion mit verschiedenen Schnittstellen, Schwierigkeiten für den RPA-Bot darstellen und so die Durchführung des Prozesses blockieren. Ein Beispiel aus der unternehmerischen Praxis ist in diesem Zusammenhang die Ladezeit einzelner Systemschnittstellen. Durch die große Menge an hinterlegten Daten (z.B. in einem ERP-System), kann sich der Prozessdurchlauf verzögern. Darüber hinaus besteht die Gefahr, dass vorher nicht aufgeführte Eigenschaften der Systemschnittstellen nicht im Regelwerk des RPA-Bots hinterlegt sind, wodurch es wiederum zu einer Blockade des Prozessdurchlaufs kommen kann. Es ist zu empfehlen, dass pilotweise einfache Prozesse automatisiert werden, die nur wenige Prozessschritte beinhalten. Dies hat den Vorteil, dass ein erster Software-Bot schneller erstellt wird und die nachfolgenden Schritte der Bewertung des Proof of Concept sowie der Identifikation des Potenzials leichter untersucht werden können. Bei der Entwicklung des Roboters und der automatisierten Ausführung des Prozesses sollten mehrere Testläufe durchgeführt werden. Bei auftretenden Problemen sollten notwendige Anpassungen direkt vorgenommen werden. Durch mehrere durchgeführte Testläufe wird der Bot noch vor der ersten Bewertung schrittweise optimiert. Auf Basis des ersten entwickelten Software-Bots kann die Prozessautomatisierung anhand des Proof of Concept bewertet werden. Dabei wird das Ergebnis der RPA-Einführung anhand der vorher definierten Ziele überprüft. Die Bewertung der ersten RPA-Automatisierungen sollte dabei unter konservativen Annahmen vorgenommen werden. Auch kleinere auftretende Herausforderungen müssen dabei möglichst genau aufgenommen und mit der initialen Ausarbeitung des Proof of Concept verglichen werden. Anhand der identifizierten Herausforderungen des Prozesses können mögliche Worst-Case-Szenarien hergeleitet werden. Diese Szenarien werden wiederum mit dem vorher definierten Prozessablauf verglichen. Auf Basis der Bewertung des Proof of Concept werden im nächsten Schritt die Potenziale der Automatisierung identifiziert. Anhand der Chancen und Herausforderungen kann eine qualitative Bewertung der RPA-Tauglichkeit vorgenommen werden. Darüber hinaus lässt sich an dieser Stelle der Aufwand für die Automatisierung

bestimmen. Neben den Kosten für die Software sind hierbei auch die Beratungs- und Implementierungskosten zu berücksichtigen (Beispielrechnung siehe Kapitel 7.2). Auf Basis der identifizierten Potenziale muss das Unternehmen die Entscheidung treffen, ob eine Automatisierung mittels RPA nutzenstiftend ist.

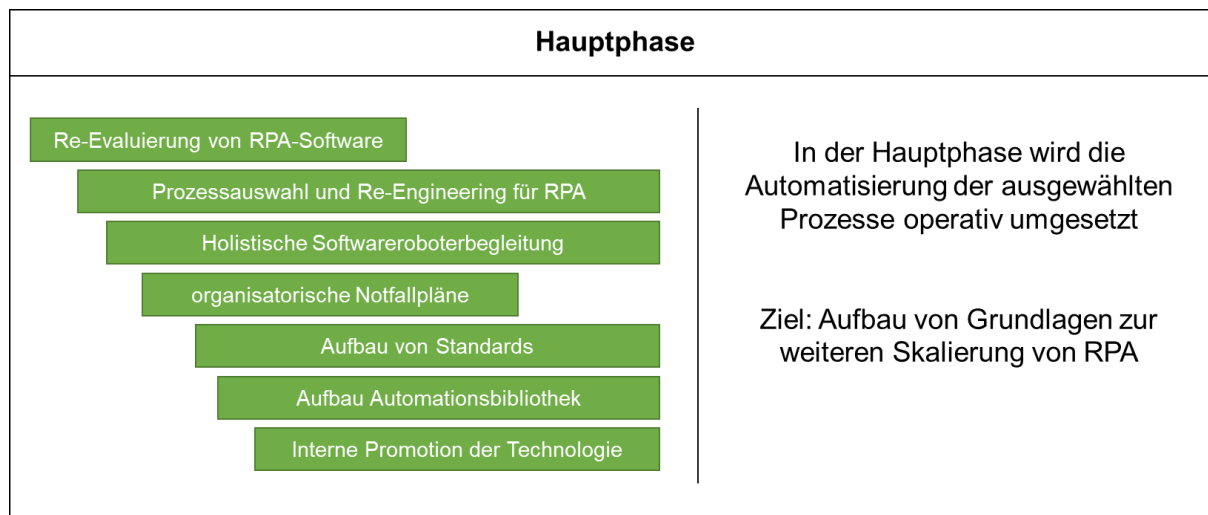


Abbildung 20: RPA-Einführungskonzept: Hauptphase

Nachdem die Entscheidung über eine Automatisierung mittels RPA getroffen wurde, kann mit den einzelnen Schritten der Hauptphase begonnen werden. Im ersten Schritt wird hierfür die Re-Evaluierung der RPA-Software vorgenommen. Hierfür sollte die Umsetzung durch die jeweilige Software zunächst intern validiert werden. Anhand der bereits vorher durchgeführten Schritte der Einführungsphase und der finalen Bewertung des Proof of Concept, kann festgestellt werden, ob die eingesetzte Software für die Automatisierung des Prozesses geeignet ist. Im Vordergrund der Evaluation der RPA-Software steht die technische Umsetzung. Es muss gewährleistet sein, dass die Software in die Systemlandschaft des Unternehmens integriert werden kann. Hierzu gehören der Implementierungsaufwand und die damit verbundene Zeit die Mitarbeiter. Je nachdem welches Softwaretool verwendet wird, sind unter Umständen Programmierkenntnisse erforderlich. Es muss bereits hier geprüft werden, ob die involvierten Mitarbeiter über die notwendigen Kenntnisse verfügen, um nach erfolgreicher Implementierung die alleinige Umsetzung gewährleisten zu können. Neben der technischen Umsetzung sind auch qualitative Faktoren der Software (z.B. Benutzerfreundlichkeit) und des Anbieters (Support) zu bewerten. Abschließend müssen die Kosten für die Software, Implementierung, Beratung und Anpassung kalkuliert werden. Gemeinsam mit der Identifikation des quantitativen Potenzials der Prozessautomatisierung kann eine Gesamtkalkulation aufgestellt werden, anhand welcher der Softwareanbieter bewertet werden kann. Zur Re-Evaluierung der RPA-Software sollten alle beschriebenen

Faktoren berücksichtigt und zusammengeführt werden. Für eine übersichtliche Darstellung und vereinfachte Bewertung verschiedener Softwareanbieter bietet sich die Erstellung eines Anforderungskatalog an. Hierbei werden die unternehmensinternen Anforderungen an die RPA-Software aufgelistet und die einzelnen Anbieter nach diesen Kriterien bewertet. Nachdem ein Softwareanbieter ausgewählt ist, werden weitere vertragliche Rahmenbedingungen vereinbart. Es ist zunächst sinnvoll lediglich die Automatisierung einzelner weniger Prozesse in Auftrag zu geben. Dadurch können einerseits die Arbeit des Anbieters anhand der automatisierten Prozesse bewertet und andererseits die Automatisierungskompetenzen des eigenen Unternehmens eingeordnet werden. Nachdem die Zusammenarbeit mit einem Softwareanbieter vereinbart wurde, müssen weitere Prozesse für die Automatisierung ausgewählt werden. Auf Basis der Erfahrungswerte aus den automatisierten Prozessen innerhalb der Einführungsphase, werden weitere ähnliche Prozesse innerhalb des Unternehmens ausgesucht und priorisiert. Prozesse, welche sich leicht umsetzen lassen und ein großes Potential aufzeigen, haben die höchste Priorität und werden bevorzugt umgesetzt. Vor der Entwicklung des RPA-Bots wird der Prozess durch das Re-Engineering angepasst und der fertige Prozess anschließend dokumentiert. Das Re-Engineering umfasst die Neugestaltung und -ausrichtung bestehender Strukturen. Durch den Einsatz neuer Methoden und Ansätze soll die Funktionalität von bestehenden Prozessen erweitert werden. Im Zusammenhang mit der Einführung von RPA ist es für das Unternehmen entscheidend, den zu automatisierenden Prozess kritisch zu überprüfen und im Sinne einer leichteren Automatisierungsfähigkeit zu erweitern. Nach der Auswahl und Anpassung des Prozesses wird die erste Version des Softwarebots programmiert. Der RPA-Bot muss anschließend getestet, kontrolliert und angepasst werden, wodurch Ausfälle des Bots umgangen und mögliche Prozessänderungen vorhergesehen werden. Um mögliche Probleme durch kurzfristige Ausfälle des Bots vorzubeugen, muss ein organisatorischer Notfallplan eingerichtet werden. Dieser beinhaltet feste Ansprechpartner für die einzelnen Prozesse sowie Definitionen von Vorgehensweisen bei Prozessänderung oder Updates. Zusätzlich müssen alternative manuelle Durchführungsmethoden des Prozesses definiert werden, damit der Prozess auch bei Ausfall des Bots weiterhin durchgeführt werden kann. Neben der Erstellung eines Notfallplans werden Standards für den Ablauf von Prozessen definiert. Dadurch soll gewährleistet werden, dass Prozesse künftig schneller automatisiert werden können. Innerhalb dieser Standards werden Regeln für die Ausführung von Prozessen definiert. Beispielhaft kann hier die Vorgabe gelten, Kundenbestellungen fortan nicht mehr telefonisch, sondern nur digital entgegenzunehmen. Auf Basis dieser Standards wird einerseits die RPA-Tauglichkeit der Prozesse und andererseits der gesamte Digitalisierungsgrad des Unternehmens erhöht. Alle automatisierten Prozesse sowie zugrundeliegenden Informationen (z.B. Proof of Concept, Notfallplan...) werden in einer Automationsbibliothek zusammengefasst. Diese gewährleistet eine übersichtliche Darstellung der Prozesse sowie deren

aktuellen Stand der Automatisierung. Für die Automationsbibliothek kann ein Dokumentenmanagementsystem verwendet werden, wobei viele der RPA-Softwareanbieter übersichtliche Dashboards der automatisierten Prozesse bereitstellen. Der abschließende Schritt der Hauptphase umfasst die interne Promotion der Technologie. Durch die Eigenschaft von RPA wiederkehrende, regelbasierte Prozesse durchzuführen, fürchten Mitarbeiter ihren Job zu verlieren. Insbesondere Mitarbeiter, die diese Art von administrativen Prozessen durchführen sehen RPA-Bots als mögliche Konkurrenten um den eigenen Arbeitsplatz und haben die Sorge von diesem ersetzt zu werden. Die Unternehmen müssen daher die Vorteile von RPA klar kommunizieren und den Mitarbeitern die Mehrwerte von RPA erläutern. Durch die durchgeführten Schritte innerhalb der Hauptphase wird ein stabiles Fundament für die Implementierung von RPA geschaffen, wodurch der weitere Einsatz in der Wachstumsphase ausgebaut werden kann.

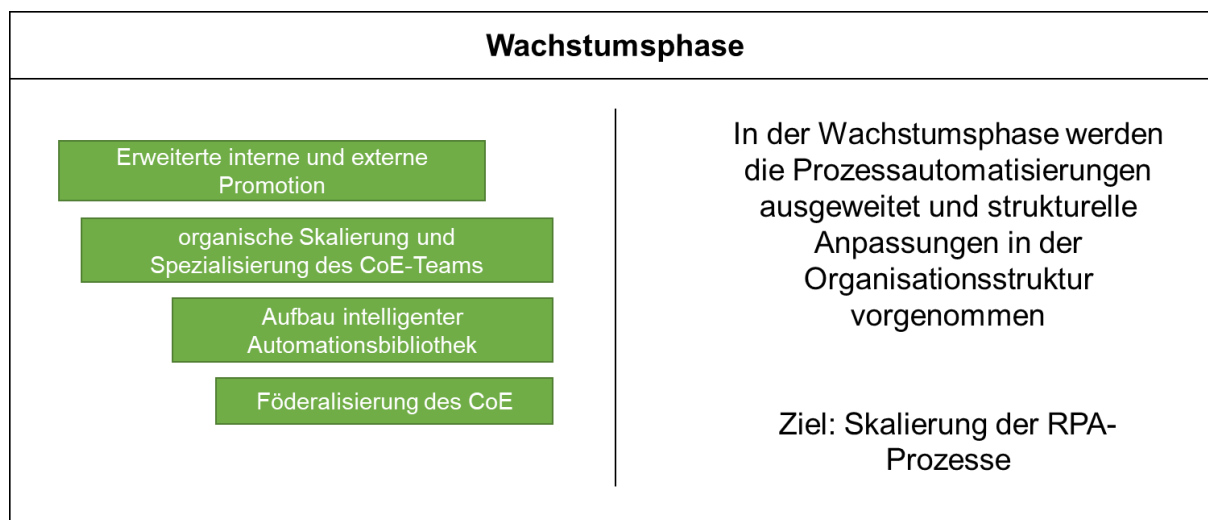


Abbildung 21: RPA-Einführungskonzept: Wachstumsphase

Nachdem die Hauptphase erfolgreich abgeschlossen ist, kann in der Wachstumsphase mit der Skalierung der RPA-Prozesse begonnen werden. Weiterhin muss hierbei der Einsatz von RPA innerhalb des Unternehmens beworben werden. Als Grundlage für eine langfristige Nutzung von RPA, sollte die Technologie in der Konzeption der Unternehmensstrategie berücksichtigt werden. Neben der internen Unternehmenskommunikation müssen zukünftige Unternehmensprozesse auch externe Stakeholder abgesprochen werden. Die zuvor definierten Standards und Regeln zur Prozessdurchführung müssen dabei in Einklang mit den langfristigen Interessen des Unternehmens unter Berücksichtigung der Interessen der Stakeholder ausgearbeitet werden. Insbesondere wichtige Unternehmenspartner sollten ebenfalls von der RPA-Implementierung profitieren. Es besteht die Möglichkeit nach Abwägung der Potenziale Ausnahmen für Key Account Unternehmen zu gewähren. Als Beispiel kann hier die

telefonische Bestellung von Waren aufgeführt werden. Anstelle von zwingenden Vorgaben (z.B. Bestellung lediglich via E-Mail) kann es sinnvoll erscheinen, wichtige Stakeholder von diesen Vorgaben zu befreien. In einem nächsten Schritt wird die Skalierung der Automatisierung weiter vorangetrieben. Die verantwortlichen Mitarbeiter müssen die Möglichkeit erhalten, sich durch Schulungen weiterzubilden und hinsichtlich neuer Automatisierungstechnologie zu spezialisieren. Durch die dadurch entstehende Expertise im Unternehmen erhöht sich die allgemeine digitale Kompetenz des Unternehmens. Aufbauend auf der RPA-Technologie können so auch intelligente Technologien eingeführt werden. Zu diesem Zweck kann die Automationsbibliothek erweitert werden. Basierend auf den bereits mit RPA automatisierten Prozessen können weitere Potenzialanalyse Aufschluss darüber geben, ob die einzelnen Prozesse das Potenzial aufweisen, künftig mit intelligenten Systemen (z.B. Hyperautomation) automatisiert zu werden.

Einführungsphase	Hauptphase	Wachstumsphase
Kommunikation mit IT-Abteilung	Strategisches Prozessmanagement	
Kommunikation mit Prozessverantwortlichen	Change Management	
Kommunikation mit Stakeholdern	Weiterbildung von Mitarbeitern	
	Monitoring der Softwareroboterperformance unter Berücksichtigung fester Standards	
	Abprache mit RPA-Softwareanbieter	
	Aufbau eines Center of Excellence für Prozessautomatisierung	Entwicklung in der Hyperautomation beobachten
	Abprache mit den Stakeholdern	

Abbildung 22: RPA-Einführungskonzept: Änderungen der Organisationsstruktur

Neben den einzelnen Schritten des Einführungskonzepts müssen organisatorische Strukturen für die RPA-Implementierung geschaffen werden. In der Einführungsphase ist eine dauerhafte Kommunikation zwischen den einzelnen Abteilungen notwendig. Eine entscheidende Rolle kommt dabei der IT-Abteilung zu. Alle notwendigen technischen Voraussetzungen müssen von der IT-Abteilung geprüft und freigegeben werden (z.B. Serverberechtigungen). Zudem ist die IT-Abteilung zuständig für die Wahrung datenschutzrechtlicher Richtlinien. Die Prozessverantwortlichen können mit ihren spezifischen Kenntnissen bei der Auswahl geeigneter Prozesse helfen und Hürden bereits frühzeitig erkennen. Eine gemeinsame Abstimmung zwischen IT-Abteilung und den Prozessverantwortlichen bildet in der Einführungsphase die interne Kommunikation und Grundlage für die RPA-Automatisierung. Darüber hinaus müssen auch externe Stakeholder eingebunden werden. Insbesondere Tätigkeitsbereiche der innerbetrieblichen Lieferkette mit direktem Kontakt zu Stakeholdern müssen deren Interessen ebenfalls mit einbeziehen.

Um diese Schritte an einer zentralen Stelle zu bündeln, bietet sich in der Hauptphase die Einrichtung eines Center of Excellence (CoE) an. Hier wird ein Schwerpunktbereich festgelegt (z.B. RPA), für dessen Organisation, Koordination und Umsetzung die Einheit verantwortlich ist (Kirchner et al. 2015). Aufgrund der begrenzten Anzahl an Mitarbeitern in KMU, kann sich der Aufbau eines CoE schwierig gestalten. Nachfolgendes Unterkapitel beschreibt die Aufgaben und Funktionsbereiche eines CoE, welche von KMU ebenso eingeführt werden können, ohne große Veränderungen an der Organisationsstruktur des Unternehmens vorzunehmen. Für die Hauptphase bedarf es neben dem Aufbau eines zentralisierten CoE auch eine dauerhafte Kommunikation mit den einzelnen Stakeholdern. Die Stakeholder treffen angepasst auf die individuellen Bedürfnisse des Unternehmens eine Auswahl geeigneter Standards, Prozesse und Notfallpläne. Die einzelnen Stakeholder haben eine Vielzahl an unterschiedlichen Informationen, welche eine Implementierung von RPA erleichtern und müssen diese untereinander und mit dem Top-Management kommunizieren. Das Top-Management muss neben der Kommunikation mit den Stakeholdern auch mit den Mitarbeitern kommunizieren. Es bedarf eines Change-Managements, welches durch das Top-Management initiiert werden muss, um die entstehenden Herausforderungen bei der Einführung von RPA (z.B. Mitarbeiterängste, Prozessanpassungen...) zu überwinden. Dies gelingt durch die Weiterbildung von Mitarbeitern und eine offene Kommunikation über RPA, welche die Chancen und den Nutzen der Automatisierung aufzeigt. Abschließend ist es wichtig regelmäßig mit dem Softwareanbieter zu kommunizieren um mögliche Veränderungen der Software zuvorkommen.

In der Wachstumsphase bedarf es der Weiterführung der Aufgaben der Hauptphase. Hinzu kommt die Betrachtung von Entwicklungen im Bereich der Hyperautomation, sodass eine schnelle Reaktion auf neue Technologien möglich ist. Der hohe Reifegrad des CoE ermöglicht eine agile Weiterentwicklung zugunsten neuer Technologien und schafft somit einen Wettbewerbsvorteil für das Unternehmen.

6.3 Änderungen der Organisationsstruktur im Rahmen der RPA-Einführung

Bei der Einführung von RPA kann es zu strukturellen Änderungen der Organisation kommen. Insbesondere KMU müssen ihre Unternehmensstrukturen anpassen und die notwendige Expertise in den entsprechenden Bereichen verorten. Da der Aufbau eines CoE insbesondere für KMU eine große Herausforderung darstellt, werden im Folgenden weitere Hinweise zum Aufbau bereitgestellt.

Zu den Änderungen der Organisationsstruktur im Rahmen der RPA-Einführung äußern sich sowohl Noppen et al. (2020), Asatiani et al. (2019), Nelson (2016) als auch Anagnoste (2013). Das CoE fungiert bei der Einführung von RPA als Kompetenzzentrum.

Dies kann sich je nach Aufgaben, Aufbau und Größe unterscheiden. Für Noppen et al. spielen die fortführende Organisation und Begleitung von RPA eine zentrale Rolle. Hierfür werden drei Modellen dargestellt. Im ersten Modell wird eine dezentrale Organisation vorgeschlagen. Im Gegensatz hierzu sieht das zweite Modell eine zentrale Steuerung vor. Das dritte Modell basiert auf einer föderalen Struktur innerhalb derer selbständige Bereiche, eigene RPA-Vorgänge durch die Unterstützung eines zentralen CoE erstellen. Bei Asatiani, Kämäräinen & Penttinen finden sich ebenfalls diese drei Optionen der Organisation von RPA. Sie stellen jedoch die föderale Struktur in den Mittelpunkt, da diese die Potenziale der zentralen und der dezentralen Struktur zusammenbringt. Ein zentralisiertes CoE bietet laut Nelsen die größten Chancen. Des Weiteren muss eine effektive Zusammenarbeit zwischen Mitarbeitern des CoE und der einzelnen Geschäftsbereiche, welche an den Prozessen arbeiten, stattfinden. Das CoE hat dabei die Funktion geeignete automatisierbare Prozesse zu ermitteln und diese praktisch umzusetzen. Das CoE kann auch bei der IT-Strategie und dem Risikomanagement behilflich sein. Noppen et al., Asatiani, Kämäräinen & Penttinen sowie Nelsen liefern die Basis für das dargestellte Konzept eines zentralisierten CoE (Abbildung 23). Bei steigender Größe und Bedeutung des CoE besteht auch hier die Möglichkeit einer Förderalisierung des Konzepts (Abbildung 24). Nachfolgend wird das zentralisierte sowie das föderale CoE weiter beschrieben.

6.4 Etablierung eines Center of Excellence

Zentralisiertes CoE

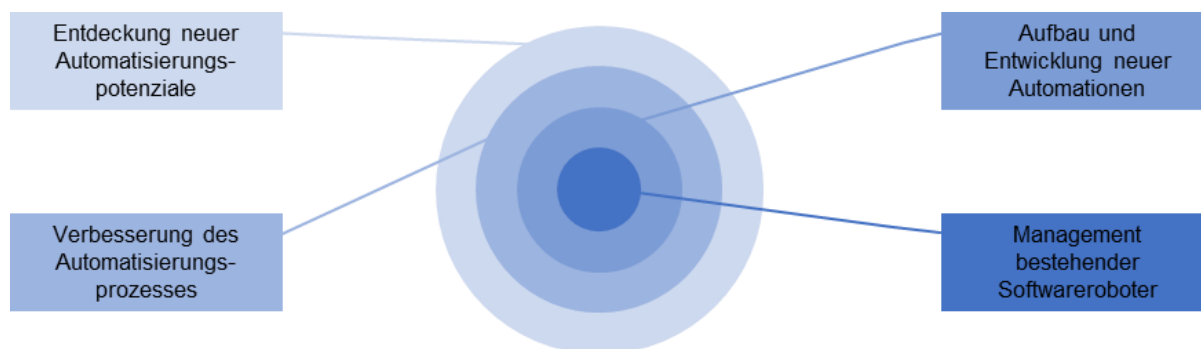


Abbildung 23: Zentralisiertes Center of Excellence

Bei der zentralisierten Version des CoE steht im Kern des entwickelten Modells das Management bestehender Softwareroboter (SR). Hier fallen Aufgaben in Bezug auf bestehende und bereits fertig erstellte Softwareroboter an. Hinzu kommen (je nach Einsatzgebiet) stetige Veränderungen, die den SR an Updates der in der Automatisierung verwendeten Systeme anpassen. Außerdem können Anpassungen am SR auf-

grund von Änderungen der grundlegenden Prozesse nötig werden. Im Fall einer Anpassung muss eine strukturierte und zielgruppenorientierte Dokumentation erfolgen. Die Abstimmung mit den sich verändernden Systemen und existierenden Notfallplänen sowie Abhängigkeiten ist dabei ebenfalls von Bedeutung. Innerhalb der zweiten Stufe werden der Aufbau und die Entwicklung neuer Automatisierungen umgesetzt. Hierfür ist die Bewertung und Anpassung von abgestimmten Prozessen für die Prozessautomatisierung zentral. Die gewählten Prozesse können dann verbessert oder komplett neu aufgesetzt werden. Diese Anpassungen werden nach bestehenden Richtlinien dokumentiert. Dabei sind sowohl die relevanten Eckpfeiler des Prozesses als auch Abweichungen des „Best Case“ relevant für die Entwicklung des SR. Die ausführliche Dokumentation führt zu einer besseren Nachvollziehbarkeit des Prozesses sowie zu einer verbesserten Übersicht der Abhängigkeiten der SR. Außerdem werden Wissenslücken in Bezug auf den Automatisierungsprozess aufgezeigt. Nach der Informationsbeschaffung kann die Prozessautomatisierung gestartet werden. Zur Automatisierung der Prozesse wird zunächst der Softwareroboter entwickelt. Nach der Fertigstellung beginnt die Testphase, in der mögliche Mängel im Softwareroboter selbst oder innerhalb des Prozesses analysiert werden. Das zentralisierte CoE ist innerhalb der dritten Stufe für die Entdeckung neuer Automatisierungspotenziale verantwortlich. Diese Aufgabe wurde zuvor von anderen Abteilungen übernommen. Hier sind außerdem die Steuerung und Ausführung der Werbung für die Technologie RPA relevant. Mit steigendem Wachstum des CoE, vergrößert sich die Bedeutung innerhalb des Unternehmens. Die vierte Stufe umfasst die Verbesserung des Automatisierungsprozesses und vervollständigt das zentralisierte CoE. Hier wird sowohl mit als auch an der Prozessautomatisierung gearbeitet. Die stetige Optimierung und Erweiterung der Prozesse sind zentral und der Aufbau von Standards gewinnt an Bedeutung. In einer Automationsbibliothek werden die modular aufgebauten Prozesse aufbewahrt und verbessert. Mitarbeiter erlangen die Fähigkeit Potenziale für RPA zu beobachten und diese auf einem einfachen Weg weiterzugeben. Im CoE erhalten die Verwendung alternativer Technologien und veränderter Methoden eine verstärkte Bedeutung.

Föderales CoE

Die Umwandlung der zentralisierten Struktur in eine föderale Struktur ist bei wachsender Bedeutung des CoE sinnvoll, da diese die Vorteile der zentralen und dezentralen Struktur vereinen kann. Eine gängige Struktur bietet die Unterteilung in Hubs (Naben) und Spokes (Speichen) (s. Abbildung 24). Diese kann ebenfalls bei der Anwendung von RPA herangezogen werden. Das Hub übernimmt Aufgaben für die Spokes und ermöglicht die Erhaltung der Vorteile der Zentralisierung. Nachteile der Zentralisierung, die durch die notwendige Nähe von RPA und den automatisierten Prozessen entstehen, werden durch die Prozessnähe der Spokes ausbalanciert.

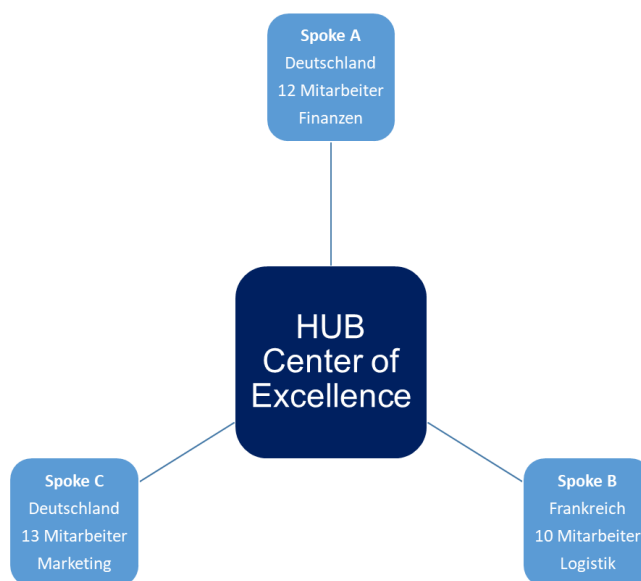


Abbildung 24: Beispiel für ein föderales Center of Excellence⁴

Das dargestellte Konzept basiert auf dem Modell von Asatiani et al. (2019). Dies wurde auf der Grundlage verschiedener Autoren sowie praktischer Erfahrungen weiterentwickelt, optimiert und ergänzt. Das Modell stützt sich auf das Fallbeispiel eines großen Telekommunikationsunternehmens. Die Chancen des föderalen CoE und eine mögliche Verteilung der Aufgaben wird deutlich, trotzdem ist das Konzept nicht allgemeingültig. Die Allgemeingültigkeit und Unabhängigkeit von Faktoren, wie der Unternehmensgröße soll in dem entwickelten Konzept gegeben sein. Die Größe und der Umfang der Aufgaben ist daher flexibel. Grundsätzlich können mit wachsender Größe des Unternehmens und steigender Bedeutung von RPA vermehrt Aufgaben aus dem Hub CoE in die Spokes verlegt werden. Bei kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) ist ein stärkeres und größeres Hub CoE sinnvoll, da die Spokes weder über das spezialisierte Wissen noch über die nötigen Ressourcen verfügen, um die Arbeit effizient zu gestalten. Im Folgenden werden die Bausteine der föderalen Struktur eines CoE erläutert.

Zu den Aufgaben des Hub CoE zählen jene Aufgaben, die relevant für die Automatisierung sind. Unter anderem ist das Hub CoE verantwortlich für die Anbieterverwaltung, das Lizenzmanagement, die Fort- und Weiterbildung der Mitarbeiter, den Aufbau von Entwicklungsstandards sowie die Erweiterung einer Automationsbibliothek. Außerdem übernimmt das Hub CoE das Risikomanagement, die Überwachung der technischen Performance, die Ressourcenallokation und je nach Größe der Spokes auch Aufgaben im Bereich Softwareroboterbegleitung.

⁴ Fiktives Beispiel in Anlehnung an Asatiani et al. 2019.

Die Spoke CoEs sind für diejenigen Aufgaben verantwortlich, bei welchen die Nähe zu den automatisierten Unternehmensprozessen einen Vorteil bietet. Die Anordnung der Spokes orientiert sich an den Geschäftsbereichen des Unternehmens. Die Gruppengröße der Spokes variiert je nach vorhandenen Ressourcen. Zu den Aufgaben der Spoke CoEs zählen die Prozessermittlung, die Prozessoptimierung und das Prozessreengineering, die Prozessdokumentation, die Prozessautomatisierung, die Prozessüberwachung sowie die Kommunikation mit dem Hub CoE und den übrigen Spokes über das Hub CoE.

Die Bedürfnisse der Organisation entscheiden über die Struktur des CoE sowie über die Größe der einzelnen Spokes. Die dargestellten Formen der Organisation (föderal und zentralisiert) liefern einen Überblick der grundlegenden strukturellen und funktionalen Aufgaben und Vorgänge. Dadurch kann eine intentionale Begleitung von RPA in Zusammenhang mit dem entwickelten Einführungskonzept gesichert werden.

7. Validierung und Bewertung der Fallstudien

7.1 Qualitative Bewertung

Im Rahmen von vier Experteninterviews konnten u.a. die zuvor aufgenommenen Prozesse (Kapitel 3) validiert und bewertet werden. Aufgrund verschiedener unternehmensinterner Gründe ist die Automatisierung der Prozesse innerhalb der Unternehmen noch nicht vollständig abgeschlossen. Es folgt zunächst eine qualitative Bewertung als Zusammenfassung der Interviews. Hierbei wird auf die genannten Gründe für die ausgebliebene Automatisierung eingegangen. Außerdem werden konkrete Maßnahmen zur Steigerung der einzelnen RPA-Einführungskriterien hergeleitet. Diese werden in den Softwaredemonstrator integriert.

Mit Hilfe von RPA können Unternehmen ihre Prozesse dahingehend optimieren, dass Mitarbeiter einfache, aber aufwändige Prozesse nicht mehr manuell durchführen müssen. Diese Art von Optimierung stellt eine Prozessinnovation dar. Bei der Entwicklung technischer und organisatorischer Innovationen des Prozessmanagements sind KMU weniger handlungsschnell wie große Unternehmen. Aufgrund der geringeren Anzahl an Mitarbeitern und weniger finanziellen Mitteln, kommen den einzelnen Mitarbeitern eine Vielzahl an Aufgaben zu. Die Implementierung von neuen Technologien (wie z.B. RPA) birgt für KMU das Risiko erheblicher Probleme in der Prozessausführung sollte der Bot ausfallen.

Zudem nannten die Interviewpartner aktuelle globale Umstände für die Zurückstellung des Automatisierungsvorhabens. Insbesondere Schwierigkeiten in der Beschaffung und steigende Preise als Folgen des Ukraine-Kriegs wurden dabei als aktuelle Herausforderungen aufgeführt. Zusätzlich kämpfen die Unternehmen weiterhin mit den Auswirkungen der Corona-Pandemie sowie anhaltenden Verzögerungen in der Lieferkette. Durch die beschriebenen Herausforderungen gelingt es den Unternehmen oftmals nicht, die notwendigen Ressourcen für die Erfüllung der Anforderungen zur RPA-Einführung umzusetzen.

Um die Unternehmen mit konkreten Ansätzen zur Erfüllung der RPA-Einführungskriterien zu unterstützen, wurden Maßnahmen für die einzelnen Anforderungen hergeleitet. Die nachfolgende Tabelle fasst die Maßnahmen zur sukzessiven Steigerung der RPA-Einführungskriterien im Unternehmen zusammen. Wie in Kapitel 3 beschrieben, werden die einzelnen Kriterien anhand einer 5-stufigen Likert-Skala bewertet, wobei 1 eine Nichterfüllung und 5 eine vollständige Erfüllung der Anforderung bezeichnet.

Anstelle des im Antrag angesprochenen IPRI-Praxispapers wurde im Verlauf der Projektbearbeitung klar, dass ein höherer Verbreitungsgrad durch die Aufnahme eines IPRI-Podcasts erreicht werden kann. Die validierten Ergebnisse wurden im Rahmen der Podcastreihe „Forschung für den Mittelstand“ als Folge 4: RPAlog – Robotic Process Automation zur softwarebasierten Automatisierung administrativer Prozesse veröffentlicht, Link:

<https://open.spotify.com/episode/0W0FmPGU0BMPym9wq4uqEv?si=MuRvNvxexQgKlbANNvLzPFQ>

Technologie- und datenbezogene Kriterien			
	Stufe		
	1	2	3
Regelbasiertheit	Prozesse, die mit RPA automatisiert werden sollen, müssen klaren Regeln folgen. Bei zu vielen Regelabweichungen bietet sich RPA nicht an. Sind die einzelnen Prozessschritte von Fall zu Fall unterschiedlich, sollte der Prozess nicht mit RPA automatisiert werden. Es gilt daher den Prozess kritisch auf RPA-Tauglichkeit zu überprüfen.	Weist ein Prozess zu viele Ausnahmen auf, verringert dies die Effizienz von RPA. Das zu Grunde gelegte Regelwerk muss die Mehrheit der möglichen Prozessschritte beinhalten, während Ausnahmen nur vereinzelt auftreten sollten. Bei zu vielen Ausnahmenregelungen, kann auch zunächst nur ein Teilprozess automatisiert werden, welcher auf klaren Regeln basiert.	Es gilt zu überprüfen, ob die Abweichungen zu einzelnen Regeln zusammengefasst werden können. Abweichungen in geringerem Ausmaß können im Regelwerk hinterlegt werden.
Komplexität	Prozesse die einen hohen Komplexitätsgrad aufweisen sind ungeeignet für die Anwendung von RPA. Es gilt zu überprüfen, ob der Prozess in Teilprozesse zerlegt werden kann, um so den Komplexitätsgrad zu verringern.	Bei Prozessen mit hoher Komplexität sollten diese vereinfacht werden. Es gilt individuell einzuschätzen, inwiefern die Komplexität zu Fehlern in der automatisierten Umsetzung führen kann. Grundsätzlich	Bei einem durchschnittlich komplexen Prozess muss individuell überprüft werden, ob weiterhin ein klares Regelwerk hinterlegt werden kann. Sollte dies der Fall sein, können spezifische Ausnahmeregelungen festgelegt und so der Komplexitätsgrad verringert werden.

		sollte der Prozess kritisch hinterfragt und auf Vereinfachungsmöglichkeiten überprüft werden.	
Prozessreife	Ist der Prozess noch nicht ausgereift und obliegt vielen Veränderungen ist er ungeeignet für eine Automatisierung mit RPA. Der Prozess sollte zunächst erprobt werden, bevor eine Prozessautomatisierung angestrebt wird.	Es gilt zu überprüfen, ob die vorliegenden Prozesskenntnisse ausreichen, um auf entstehende Veränderungen schnell reagieren zu können. Sollte dies nicht der Fall sein, sollte der Prozess zunächst weiterhin ohne RPA durchgeführt werden.	Bei durchschnittlicher Reife eines Prozesses gilt es individuell zu entscheiden, inwiefern sich eine Automatisierung eignet. Der Prozess sollte pilotweise automatisiert werden, damit daraus entstehende Herausforderungen für andere Prozesse abgeleitet werden können.
Datenmenge	Die Daten müssen in digitaler Form vorliegen. Ist dies nicht der Fall, sollte zunächst die Datengrundlage geschaffen werden bevor ein Prozess automatisiert wird.	Liegen nur wenige Daten in digitaler Form vor, ist der Prozess zunächst nicht automatisierbar. Es gilt zu untersuchen, welchen Aufwand eine Digitalisierung der Daten verursacht und ob eine Automatisierung mit RPA weiterhin einen mittelfristigen Mehrwert liefern kann.	Sollten bereits eine hinreichend große Menge an Daten zur Verfügung stehen, kann zunächst versucht werden den Prozess pilotweise mit diesen Daten zu automatisieren. Langfristig gilt es Strukturen zu implementieren, die die Generierung von Daten vereinfachen.

Datentyp	Die Daten müssen in strukturierter Form vorliegen. Ist die strukturierte Aufbereitung der Daten nicht möglich, eignet sich der Prozess nicht für eine Automatisierung mit RPA.	Stehen nur wenige Daten in strukturierter Form zur Verfügung, muss überprüft werden welchen Aufwand die Aufbereitung der restlichen Daten verursacht. Ist die Aufbereitung zu zeit- und kostenintensiv, wird von einer Automatisierung mit RPA abgeraten.	Die Aufbereitung unstrukturierter Daten darf keinen unverhältnismäßig großen Aufwand verursachen. Alternativ kann der Prozess in Teilprozesse zerlegt werden, um zunächst eine Automatisierung mit den bereits vorhandenen strukturierten Daten vorzunehmen.
Datenqualität	Kann eine hinreichend gute Datenqualität aufgrund fehlerhafter oder fehlender Daten nicht gewährleistet werden, ist der Prozess nicht für eine Automatisierung mit RPA geeignet.	Bei geringer Datenqualität, sollten zunächst Strukturen zur Steigerung der Datenqualität geschaffen werden. Hierzu zählen die Implementierung von Datenverantwortungen und eines Daten-Qualitätsmanagements.	Ist die Gesamtqualität der Daten durchschnittlich gut, gilt es die Daten mit hoher Qualität gesondert zu betrachten. Schritte die zu dieser Qualität geführt haben müssen den bisher unzureichenden Daten zu Grunde gelegt werden. Testweise kann ein Prozess zunächst mit qualitativ hochwertigen Daten automatisiert werden.
Datensicherheit	Bestehen im Unternehmen keine datenschutzrechtlichen Richtlinien, müssen diese vom Unternehmen implementiert werden. Hierbei eignen sich Verantwortlichkeiten in der IT-Abteilung, die die Grundlagen zur Sicherheit	Sind erste datenschutzrechtliche Richtlinien vorhanden, jedoch nicht ausgereift, muss überprüft werden ob durch die Automatisierung des Prozesses weiterhin alle Richtlinien eingehalten werden können.	Besteht ein Konzept zur Datensicherheit im Unternehmen, muss dieses als Bewertungsgrundlage für die Integration der automatisierten Datenverarbeitung genutzt werden. Es gelten hierbei die selben Maßstäbe wie bei Sicherheitskonzepten anderer Projekte. Falls

	des Datenschutzes legen und die Einhaltung überprüfen.	Sollte dies nicht gewährleistet werden können, muss zunächst ein konkretes Sicherheitskonzept erarbeitet werden.	neue Datenquellen erschlossen werden, muss das Sicherheitskonzept erweitert und auf den automatisierten Prozess angepasst werden.
Systemschnittstellen	Weist der Prozess nur eine Systemschnittstelle auf, ist er ungeeignet für eine Automatisierung mit RPA.	Zwei Systemschnittstellen sind das erforderliche Mindestmaß, um einen Prozess mit RPA zu automatisieren.	Bei min. drei Systemschnittstellen erscheint eine Automatisierung als sinnvoll. Je mehr Schnittstellen mit verschiedenen Systemen der Prozess hat, desto höher ist der dadurch entstehende Effizienzgewinne durch eine Automatisierung mit RPA.
Personelle und organisatorische Kriterien			
	Stufe		
	1	2	3
Digitalisierungsgrad	Grundsätzlich sollten digitale Kompetenzen im Unternehmen vorhanden sein. Ist die digitale Transformation noch nicht weit fortgeschritten, gilt es zunächst hierfür die Grundlagen zu legen, bevor Prozesse automatisiert werden.	Bei einem geringeren Digitalisierungsgrad des Unternehmens, sind keine hinreichend guten Strukturen für eine Prozessautomatisierung vorhanden. Hierbei sollten zunächst grundlegende Kompetenzen aufgebaut werden. Die Kriterien zur RPA-Einführung können zugrunde gelegt werden, um	Weißt das Unternehmen digitale Kompetenzen auf, ist jedoch noch nicht digital transformiert, kann die Automatisierung mit RPA einen zusätzlichen Mehrwert für die Digitalisierung des Unternehmens bieten. Zwar müssen die RPA-Kriterien weitestgehend erfüllt sein, können jedoch auch als Grundlage zur Implementierung weiterer

		einzelne Digitalisierungskompetenzen aufzubauen.	Technologien im nächsten Schritt dienen.
Prozessverantwortung	Können dem Prozess keine klaren Verantwortungen zugeordnet werden, sollte auf eine Automatisierung mit RPA verzichtet werden.	Im zu automatisierenden Prozess müssen klare Verantwortungen gebildet werden. Ist dies noch nicht geschehen, gilt es je nach Expertise der beteiligten Mitarbeiter Verantwortungsbeiriche zu bilden und diesen die einzelnen Mitarbeiter zuzuordnen.	Die Verantwortung über einen Prozess sollte bei den zuständigen Personen liegen, die den Prozess vormals durchgeführt haben. Je nach Größe eines Unternehmens bieten sich übergeordnete Abteilungen an, die für die digitale Weiterentwicklung des Unternehmens verantwortlich sind.
Risiko	Bei hohen Prozessrisiken sollte der Prozess nicht automatisiert werden, da so langfristige Folgeschäden für das Unternehmen entstehen können.	Die möglichen Risiken (z.B. Prozessausfall) sollten zunächst benannt werden. Nach Aufschlüsselung der potenziellen Gefahrenstellen, kann kritisch überprüft werden, ob sich die Risiken mit geringem Aufwand minimieren lassen. Ist der Prozess weiterhin mit hohen Risiken verbunden, sollte dieser zunächst nicht automatisiert werden.	Lässt sich das Risiko eines Prozesses bewerten, kann ein RPA-Risikomanagement implementiert werden. Dabei werden qualitative und quantitative Merkmale zur Messung und Steuerung für eines jeden Prozesses betrachtet und so das bestehende Prozessrisiko ermittelt.

Wissensverlust	Führt die Automatisierung zu einem Verlust des Know-Hows oder wichtigen Informationen (z.B. durch Abbau von Personal), dann ist der Prozess ungeeignet.	Zunächst sollten alle beteiligten Mitarbeiter dem einzelnen Prozess zugeordnet werden. Es gilt hierbei zu überprüfen, ob deren Wissen auch nach deren Ausscheiden aus dem Unternehmen vorhanden ist. Sollte dem nicht so sein, müssen Prozesse initiiert werden, die das Wissen der Mitarbeiter dokumentieren, damit es dem Unternehmen weiterhin erhalten bleibt.	Zur Vermeidung von Wissensverlusten kann ein Dokumentenmanagementsystem eingeführt werden. Hierbei etabliert das Unternehmen Richtlinien, die zur Niederschrift aller Angaben über einen Prozess verpflichten. Dadurch wird gewährleistet, dass selbst bei Abgang eines Mitarbeiters, das notwendige Wissen im Unternehmen bleibt.
Mitarbeiterakzeptanz	Ist die Akzeptanz der Mitarbeiter als gering einzuschätzen, gilt es ein Konzept zur Akzeptanzsteigerung zu entwickeln. Hierbei sollten den Mitarbeitern die Funktionsweisen von RPA erläutert werden. Interne Schulungen, sowie das Aufzeigen beispielhafter Effizienzgewinne dienen dabei als hilfreiche Methoden zur Steigerung der Mitarbeiterakzeptanz	Eine klare Top-Down-Kommunikation hilft bei der Erhöhung der Akzeptanz der Mitarbeiter. Hier kann eine klar kommunizierte Strategie einen verstärkten Effekt auf Motivation der Mitarbeiter haben.	Sind nicht alle Mitarbeiter von der Automatisierung durch RPA überzeugt, gilt es die Vorteile klar hervorzuheben. Es gilt den Mitarbeiter die Angst vor Rationalisierung zu nehmen und ihnen die Effizienzgewinne für die tägliche Arbeit zu verdeutlichen.

<p>Prozessexpertise</p>	<p>Verfügt das Unternehmen nicht über die notwendige Expertise über einen Prozess, eignet sich eine Automatisierung durch RPA nicht.</p>	<p>Bei unzureichender Prozessexpertise muss das Verständnis über den Prozess erhöht werden. Durch eine genaue Analyse der Vorgänge muss gewährleistet werden, dass alle notwendigen Informationen sowie mögliche Herausforderungen über den Prozess bekannt sind. An dieser Stelle bietet sich die Integration von externen Beratungsleistungen an, um die Prozesse grundlegend zu analysieren und auf ihre RPA-Tauglichkeit zu überprüfen.</p>	<p>Ist das Grundverständnis für den Prozess vorhanden, kann dieser automatisiert werden. In einem ersten Schritt sollte zunächst jegliches Wissen über den Prozess erfasst und anhand der RPA-Kriterien bewertet werden. Infolgedessen sollte mittelfristig strategisch geplant werden, welche Personengruppen oder Abteilungen künftig die den Prozess überwachen und neue Erkenntnisse dokumentieren.</p>
--------------------------------	--	---	---

7.2 Quantitative Bewertung einer ausgewählten Fallstudie

Die im Antrag beschriebene Vorher-Nachher-Analyse kann aufgrund fehlender RPA-Anwendungsszenarien nicht anhand eines realen Beispiels durchgeführt werden. Stattdessen wird in Anlehnung an beschriebene Implementierungsprozesse eines Experteninterviews eine Rechnung zur RPA-Einführung kalkuliert.

Der Hersteller im Maschinen- und Anlagenbau hat einen weltweiten Kundenstamm von 1.200 Kunden. Dabei können die Kunden ihre Bestellung über ein Onlinetool aufgeben. Aufgrund ihrer langjährigen Partnerschaft dürfen einige wenige Key Accounts ihre Bestellung via E-Mail aufgeben. Die hierfür zuständigen Key Account Manager müssen die Bestellung manuell im eigenen System hinterlegen und im ERP-System abspeichern, wofür sie täglich ca. 3 Std. benötigen. Um direkte Skaleneffekte zu nutzen, soll der Prozess an 5 Standorten automatisiert werden, wobei der durchschnittliche Stundenlohn eines Mitarbeiters 30€ beträgt. Das Unternehmen hat sich in ersten Gesprächen mit einem RPA-Softwareanbieter eine grobe Kostenaufstellung kalkulieren lassen. Die entstehenden Gesamtkosten für die RPA-Investition gestalten sich wie folgt:

Tabelle 10: Gesamtkostenaufstellung RPA-Einführung

Beschreibung	Kostenart	Kosten in EUR
Anschaffung	einmalig	4.000
Installation	einmalig	3.200
Prozessaufbereitung	einmalig	1.600
Prozessautomatisierung	einmalig	39.900
Implementierung	einmalig	39.900
Prozesskosten nach Automatisierung	jährlich	33.923
Lizenzgebühren für RPA Software	jährlich	10.000
Prozessmanagement (intern)	jährlich	4.156
Qualitätssicherung (intern)	jährlich	4.156
Wartung	jährlich	20.150
Gesamtkosten (einmalig)		
		51.900
Gesamtkosten (jährlich)		
		72.385
Gesamtkosten insgesamt		
		124.285

Durch eine Automatisierung mittels RPA würden die Mitarbeiter täglich um 3 Std. entlastet werden. Dadurch werden 780 Std. Mitarbeiterkapazität frei (3 Std. * 5 Tage * 52 Wochen). Bei einem durchschnittlichen Stundenplan von 30€ ergibt sich durchschnittlich je Standort eine Ersparnis von 23.400€ und eine Gesamtersparnis über alle Standorte hinweg von 117.000€. Für den Return of Investment nach einem und zwei Jahren ergibt sich:

$$ROI_1 = \frac{\text{Ersparnis}}{\text{Investitionskosten}} = \frac{117.000 \text{ EUR}}{124.285 \text{ EUR}} = 0,94$$

$$ROI_2 = \frac{\text{Ersparnis}}{\text{Investitionskosten}} = \frac{234.000 \text{ EUR}}{196.670 \text{ EUR}} = 1,19$$

Nach der Wirtschaftlichkeitsbewertung ergibt sich ein ROI im ersten Jahr von 0,94 und ein ROI im zweiten Jahr von 1,19. Das bedeutet die Einführung von RPA ist bereits im zweiten Jahr rentabel.⁵

⁵ Zur leichteren Kalkulation wurden außerplanmäßige Wartungen, Ausfallkosten, Ersatzteile oder nachträgliche Veränderungen vernachlässigt.

8. Aufbau des Softwaredemonstrators

Zur übersichtlichen Darstellung möglicher Automatisierungspotenziale in der innerbetrieblichen Lieferkette wurde ein Softwaredemonstrator entwickelt. Um eine einfache Handhabung zu gewährleisten, wurde dieser mit Microsoft Excel (VBA-Programmierung) umgesetzt. Der Softwaredemonstrator beinhaltet auf den ersten Seiten allgemeine Informationen zum Forschungsprojekt, zur RPA-Technologie und zur innerbetrieblichen Lieferkette. Im Anschluss daran wird die interaktive Prozesslandkarte dargestellt.

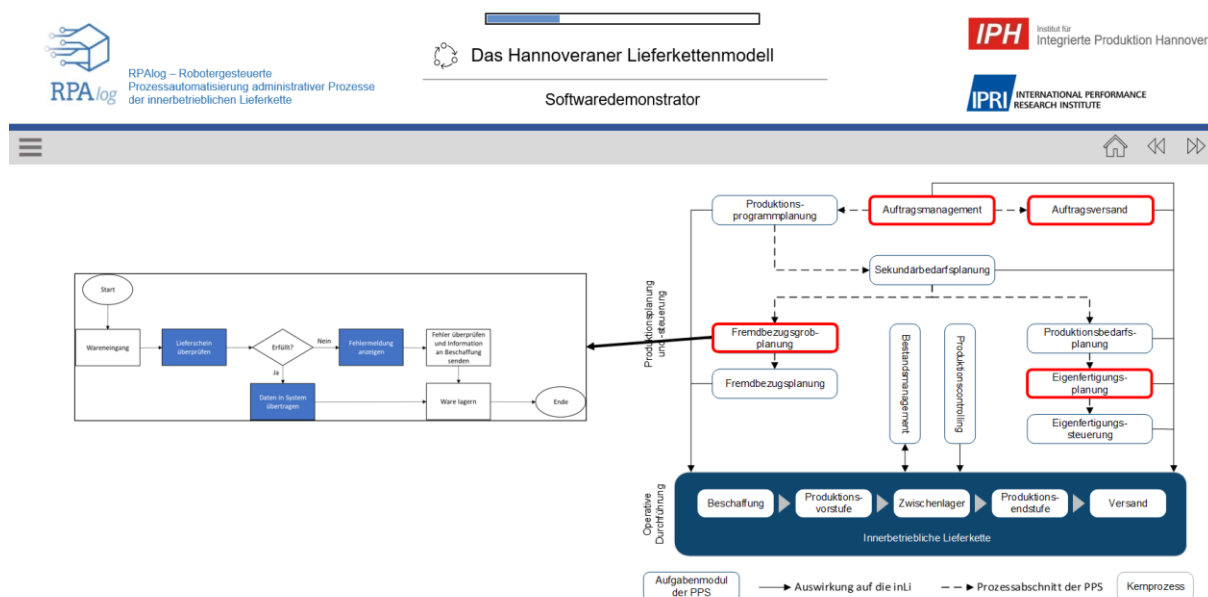


Abbildung 25: Interaktive Prozesslandkarte

Die aufgenommenen Prozesse werden anhand der innerbetrieblichen Lieferkette dargestellt. Die einzelnen Prozesse der innerbetrieblichen Lieferkette zu denen ein Beispielprozess vorliegt sind dabei rot hinterlegt. Auf Basis der interaktiven Prozesslandkarte können Unternehmen intern nach eigenen Prozessen mit ähnlichen Potentialen suchen.

Das Kernelement des Softwaredemonstrator ist die Prozessbewertung. Dabei werden zunächst Informationen über den Prozess erfasst. Dazu gehören der Titel, die Beschreibung und der Verantwortungsbereiche. Infolgedessen können die Häufigkeit, Dauer und Kosten für einen Mitarbeiter eingegeben werden. Die hinterlegte Rechnung kalkuliert den monatlichen Benefit des Prozesses. Anschließend werden die einzelnen RPA-Einführungskriterien anhand einer 5-stufigen Likert-Skala bewertet. Mit einem Doppelklick kann dabei die jeweilige Auswahl getroffen werden, wobei die Eingabe mit

einem Klick auf den Löschen-Button widerrufen wird. Auf der rechten Seite wird jeweils der Durchschnitt für die Technologie- und datenbezogenen Kriterien sowie für die personellen und organisatorischen Kriterien gebildet.

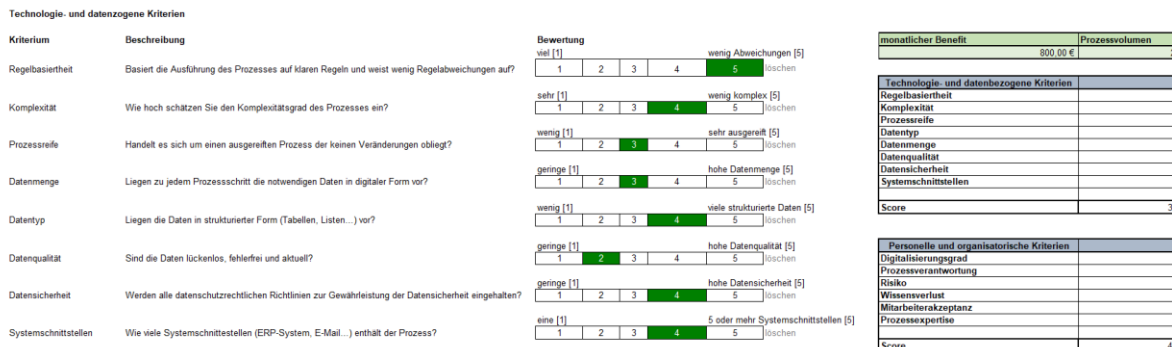


Abbildung 26: Bewertungstool

Die Prozesse werden anschließend in einer Heatmap zusammengefasst. Diese zeigt die berechneten Werte des aufgenommenen Prozesses (links) und erstellt eine Grafik (rechts). Anhand der Grafik lässt sich erkennen, welche Prozesse für eine Einführung von RPA geeignet sind und bei welchen Prozessen die Anforderungen zunächst erfüllt sein müssen.

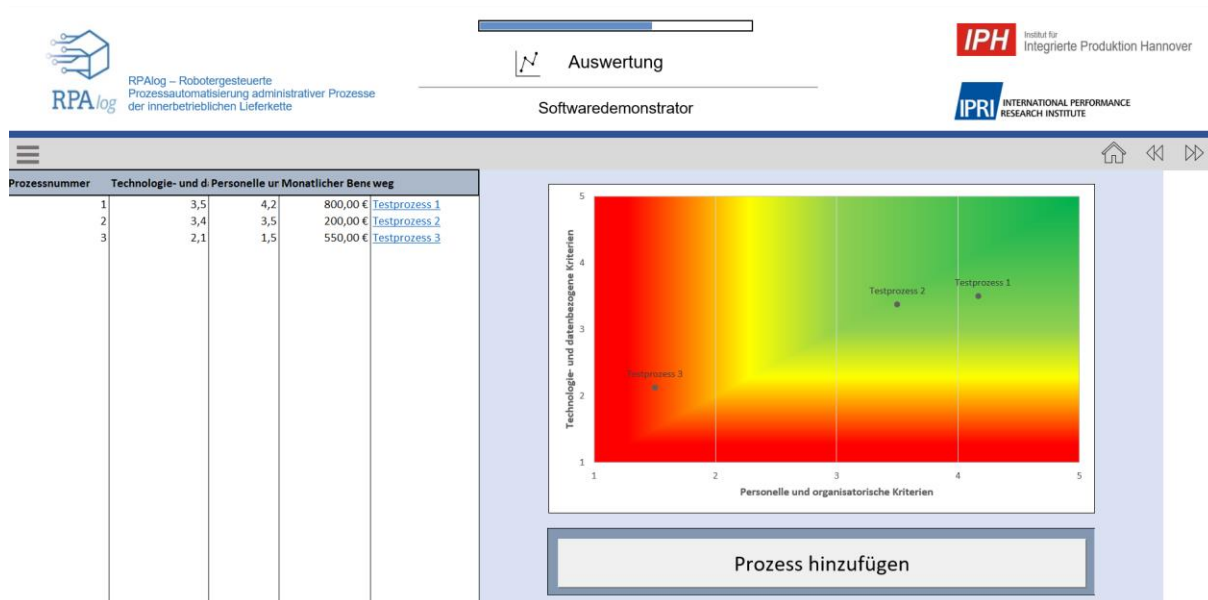


Abbildung 27: Heatmap

9. Verwendung der Zuwendung

Gemäß den im bewilligten Forschungsantrag aufgeführten Mitteln, wurden wissenschaftliche Mitarbeiter des IPRI und IPH beschäftigt und dabei von studentischen Hilfskräften unterstützt. Das wissenschaftliche Personal der beiden Forschungsinstitute wurde wie folgt eingesetzt:

Tabelle 11: Personaleinsatz der Forschungseinrichtungen

Jahr	IPH	IPRI	Gesamt
2021	15 PM	9,93 PM	24,93 PM
2022	11 PM	14,02 PM	25,02 PM
Gesamt	26 PM	23,95 PM	49,95 PM

10. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Die Inhalte des Forschungsprojekts wurden gemäß des im Forschungsantrag beschriebenen und in der Einleitung ausgeführten Projektablauf erarbeitet. Operativ hat die Bearbeitung des Projekts am 01. März 2021 begonnen und alle Arbeitspakete bis zum Ende der Projektlaufzeit (31.12.2022) fertiggestellt. Die Ergebnisse des Forschungsprojekts können als Grundlage zur Entwicklung weiterer Forschungsvorhaben dienen.

Die geleistete Arbeit im Forschungsprojekt entspricht in vollem Umfang dem bewilligten Antrag und war daher für die Durchführung des Vorhabens notwendig und angemessen. Die Zusammenarbeit mit dem projektbegleitenden Ausschuss wurde mit den Nachweisen der vorhabenbezogenen Dienstleistungen der Wirtschaft bestätigt. Die Erarbeitung der einzelnen Arbeitspakete wurde mit den Mitgliedern des projektbegleitenden Ausschusses stets diskutiert und abgestimmt.

11. Wissenschaftlich-technischer und wirtschaftlicher Nutzen, Innovationsbeitrag

Im Forschungsprojekt RPAlog wurde mittels eines strukturierten und systematischen Forschungsprozess unter Einbindung der Praxispartner wissenschaftlich-technische Problemstellungen gelöst. Zur Beantwortung der Forschungsfrage und der einzelnen enthaltenen Teilfragen werden nachfolgend die erzielten Ergebnisse zusammengefasst.

Forschungsfrage: Wie können KMU im verarbeitenden Gewerbe befähigt werden, durch die Nutzung von RPA zielgerichtet Automatisierungspotenziale in der innerbetrieblichen Lieferkette auszuschöpfen?

Aus der Forschungsfrage ergeben sich folgende **Teilfragen**:

1. Welche automatisierbaren Prozesse können in der inLi identifiziert werden und welche technologischen, datenbasierten, organisatorischen und menschlichen Anforderungen ergeben sich?

Zunächst wurde die Technologie RPA beschrieben und damit die Grundlagen der technologischen Ausprägung erfasst. Auf Basis dessen konnten technologische datenbasierte, organisatorische und menschliche Anforderungen abgeleitet werden. Im Laufe des Projekts konnten die datenbezogenen Kriterien als größte Herausforderung für KMU identifiziert werden. Dadurch wurden die datenbezogenen Anforderungen um weitere Kriterien ergänzt. Auf Basis der hergeleiteten Anforderungen können KMU Prozesse einfach analysieren und auf RPA-Tauglichkeit überprüfen.

2. Welche Algorithmen zur Datenaufbereitung (z.B. Texterkennung, Bilderkennung) sowie Entscheidungsfindung (z.B. Assoziationsanalyse, Clusteranalyse, Entscheidungsbaumanalyse) ermöglichen eine Prozessautomatisierung mittels RPA?

In verschiedenen Fallstudien wurden mehrere Algorithmen als Grundlage für RPA-Anwendungen getestet. Insbesondere Ansätze der Optical Character Recognition (OCR), Image Recognition (IR) und des Machine Learnings konnten dabei anhand realer Datensätze untersucht werden. Die Ergebnisse der Fallstudien zeigen, dass die untersuchten Technologien im Einklang mit RPA genutzt werden können und einen zusätzlichen Mehrwert für die Unternehmen bieten.

3. Welche Basis an Prozessdaten wird benötigt, um die Algorithmen anzuwenden?

Aufgrund der Verarbeitung von verschiedenen Daten, kommt der Datenqualität im Zusammenhang mit der RPA-Einführung eine bedeutende Rolle zu. In Experteninterviews wurden häufige Gründe für auftretende Qualitätsprobleme aufgenommen, um auf Basis dessen anschließend konkrete Ansätze zur Erhöhung der Datenqualität herzuleiten. Zusätzlich wurde ein Reifegradmodell der Datenqualität entwickelt, was Unternehmen dabei unterstützt den eigenen Status in den Kategorien Digitalisierungsgrad, Datenmenge, Datenvarianz, Datenformat und Datenverantwortung einzuordnen.

4. Wie muss ein KMU-gerechtes RPA-Einführungskonzept in der inLi ausgestaltet sein, das den technologischen, datenbezogenen, organisatorischen und menschlichen Anforderungen gerecht wird?

Auf Basis der zuvor hergeleiteten Anforderungen zur Einführung von RPA, wurde das RPA-Einführungskonzept entwickelt. In der Einführungsphase können die Ergebnisse des Forschungsprojekt genutzt werden, um eine Entscheidungsgrundlage zur Einführung von RPA herzuleiten. Die operative Umsetzung des Automatisierungsprozesses findet in der nachfolgenden Hauptphase statt. In der Wachstumsphase können die RPA-Prozesse weiter skaliert werden. Zusätzlich werden den Unternehmen weitere organisatorische Strukturänderungen in den einzelnen Phasen vorgeschlagen.

5. Wie sieht eine Prozesslandkarte aus, die KMU eine Übersicht über mittels RPA automatisierbare Prozesse in der inLi gibt?

Im Rahmen von Experteninterviews wurde verschiedene Prozesse entlang der innerbetrieblichen Lieferkette aufgenommen. Die dabei enthalten Prozesse stellen exemplarisch dar, welche Prozesse in der Fremdbezugsgrobplanung, im Auftragsmanagement, Auftragsversand und in der Eigenfertigungsplanung automatisiert werden können. Auf Basis dieser Beispiele können Unternehmen ähnliche Prozesse innerhalb des eigenen Unternehmens sondieren und auf eine mögliche Anwendung von RPA überprüfen.

Insgesamt entsteht durch das Forschungsprojekt und die im vorliegenden Abschlussbericht beschriebenen Ergebnisse eine Grundlage zur Einführung von RPA. Aufgrund ihres allgemeingültigen Ansatzes können die entwickelten Konzepte leicht von den Unternehmen verwendet werden. Durch eine erstmalige Betrachtung von RPA im Zusammenhang mit der innerbetrieblichen Lieferkette, entsteht insbesondere für produzierende Unternehmen ein innovativer Ansatz zur Implementierung von RPA. Durch die Analyse verschiedener Algorithmen zur Unterstützung von RPA werden den Unternehmen weitere mögliche Ansätze zur sukzessiven Weiterentwicklung des Digitalisierungsgrads bereitgestellt.

12. Veröffentlichungen und Verbreitung der Ergebnisse in die Wirtschaft

Tabelle 12: Transfermaßnahmen während der Projektlaufzeit

Maßnahme	Ziel	Ort/Rahmen	Umsetzung
Organisation eines RPA-Tages	<ul style="list-style-type: none"> • Vorstellung der Projektergebnisse in Vorträgen • Erprobung des Software-demonstrators 	Online-Konferenz	RPA-Tag als Abschlussveranstaltung des Forschungsprojekts RPAlog mit zusätzlich interessierten Unternehmen aus dem Forschungsprojekt RPAacceptance
Wissenschaftliche und praxisorientierte Veranstaltungen	<ul style="list-style-type: none"> • Sicherstellung der Umsetzbarkeit der Ergebnisse durch Praxisdiskussionen • Verbreitung von (Teil-) Ergebnissen 	<ul style="list-style-type: none"> • Innovationskongress Ulm / Neu-Ulm • Sitzungen des projektbegleitenden Ausschusses 	<ul style="list-style-type: none"> • Vortrag auf dem 3. Innovationskongress Ulm / Neu-Ulm „Data Science to go“ (17.05.2022) • Vier Sitzungen des projektbegleitenden Ausschusses (12.05.2021, 24.11.2021, 05.05.2022, 08.12.2022)
Integration in Industrie Arbeitskreise	Vorstellung des Projekts und erster Forschungsergebnisse	Sitzungen des Themenkreises Ersatzteil-Mgmt.	Teilnahme und Austausch im Themenkreis Ersatzteilmanagement
Vorstellung auf wissenschaftlichen Konferenzen	Verbreitung und Diskussion der Forschungsergebnisse	Deutscher Logistikkongress	Vortrag und Diskussion auf dem Pre-Event „News from the Logistics Think Tanks, Science & Research“ des deutschen Logistik Kongresses 2021 https://www.bvl.de/dlk/digitale-pre-events/new-from-the-logistics--think-tanks--

			science--research-held-in-english)
Präsenz im Internet	Verbreitung und Diskussion der Forschungsergebnisse	Eigene Webpräsenz für das Forschungsprojekt bzw. Nennung auf den Institutsseiten	<ul style="list-style-type: none"> Eigene Projektwebsite des Forschungsprojekts (https://ipri-institute.com/forschungsprojekte/rpalog) Online-Projektseite auf Institutswebsite (https://www.iph-hannover.de/de/forschung/forschungsprojekte/?we_objectID=5939)
Presse-/Öffentlichkeitsarbeit	Bekanntmachung des Projekts und weitere Verbreitung der Projektinhalte und -ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> Informationsdienst der Wissenschaft Institutszeitschriften 	<ul style="list-style-type: none"> Startveröffentlichung Informationsdienst der Wissenschaft (https://idw-online.de/de/news765622) Weitere Veröffentlichung Informationsdienst der Wissenschaft (https://idw-online.de/de/news777770) Bekanntmachung des Projekts im IPRI-Journal 2021 (https://ipri-institute.com/wp-content/uploads/2021/08/IPRI-Journal_Sommer_2021.pdf)

<p>Veröffentli- chung von Ergebnissen in wissen- schaftlichen Medien</p>	<p>Bekanntmachung und Diskussion der Ergebnisse in der Wissenschaft Ziel: min. zwei wissenschaftliche Veröffentlichungen</p>	<p>Logistics Journal</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 1: Veröffentlichung im Logistics Journal am 15.12.2022 (https://www.logistics-journal.de/not-reviewed/2022/05/5523) • 2: Veröffentlichung im Logistics Journal am 03.05.2022 (https://www.logistics-journal.de/not-reviewed/2022/12/5623)
<p>Veröffentli- chung der Projekt- ergebnisse mit Fokus auf die Praxis</p>	<p>Bekanntmachung der Ergebnisse in der Praxis, Aufzeigen von Anwendungsfällen Ziel: min. zwei praxisnahe Veröffentlichungen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • MM Logistik • Tagungsband 3. Innovationskongress Ulm / Neu-Ulm 	<ul style="list-style-type: none"> • 1: Veröffentlichung MM Logistik (https://www.mm-logistik.vogel.de/deshalb-sollten-bots-kleinere-routine-jobs-uebernehmen-a-1068016/) • 2: Veröffentlichung im Tagungsband des 3. Innovationskongresses Ulm / Neu-Ulm (https://oparu.uni-ulm.de/xmlui/handle/123456789/44244)
<p>Integration in die universitäre Lehre</p>	<p>Angebot von studentischen Arbeiten sowie Dissertationsthemen, Integration von RPAlog in die univ. Lehre zur nachhaltigen Verbreitung und Weiterentwicklung der Projektergebnisse</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Universität Hannover • Universität Ulm 	<ul style="list-style-type: none"> • Integration in die Lehrveranstaltung „Anlagenmanagement“ • Integration im Studiengang „Business Analytics“

Tabelle 13: Transfermaßnahmen nach Projektlaufzeit

Maßnahme	Ziel	Ort/Rahmen	Umsetzung
Verbreitung der Ergebnisse	Verbreitung der Ergebnisse, um nachhaltig auf die Projektergebnisse aufmerksam zu machen	<ul style="list-style-type: none"> • Online-Präsenz der Institute • Präsenz-Veranstaltungen (Messen, Symposien ...) 	Erhalt der Projektseite und Integration der wesentlichen Ergebnisse (z.B. Veröffentlichungen)
Angebot von unternehmensspezifischen Transferprojekten	Unterstützung von KMU bei individuellen Problemstellungen durch Beratungsmandate	IPH, IPRI; vor Ort bei den jeweiligen Unternehmen	Integration der Projekterkenntnisse in bestehende Transferprojekte
Podcast-Aufnahme	Verbreitung der Projektergebnisse an breites Publikum	Podcast auf allen gängigen Kanälen verfügbar	Aufnahme einer Podcast-Folge für den IPRI-Wissenschaftspodcast „Forschung für den Mittelstand“
RPA-Webinar	Angebot der Projektergebnisse als Webinar zur Verbreitung in die unternehmerische Praxis	IHP, IPRI; vor Ort bei den jeweiligen Unternehmen IPRI-Homepage	Angebot auf der IPRI-Homepage sowie bei Unternehmenskontakten der Institute
Arbeitskreis	Integration der Projektergebnisse in Arbeitskreise zur Verbreitung in die unternehmerische Praxis	Netzwerk Data Economy Universität Ulm	Aufnahme der Projektergebnisse in die Inhalte des Netzwerks Data Economy an der Universität Ulm

Förderhinweis

Das IGF-Vorhaben 21594 N „RPAlog – Robotergesteuerte Prozessautomatisierung zur softwarebasierten Automatisierung administrativer Prozesse der innerbetrieblichen Lieferkette“ der Forschungsvereinigung Bundesvereinigung Logistik (BVL) e.V. wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags gefördert.

Gefördert durch:



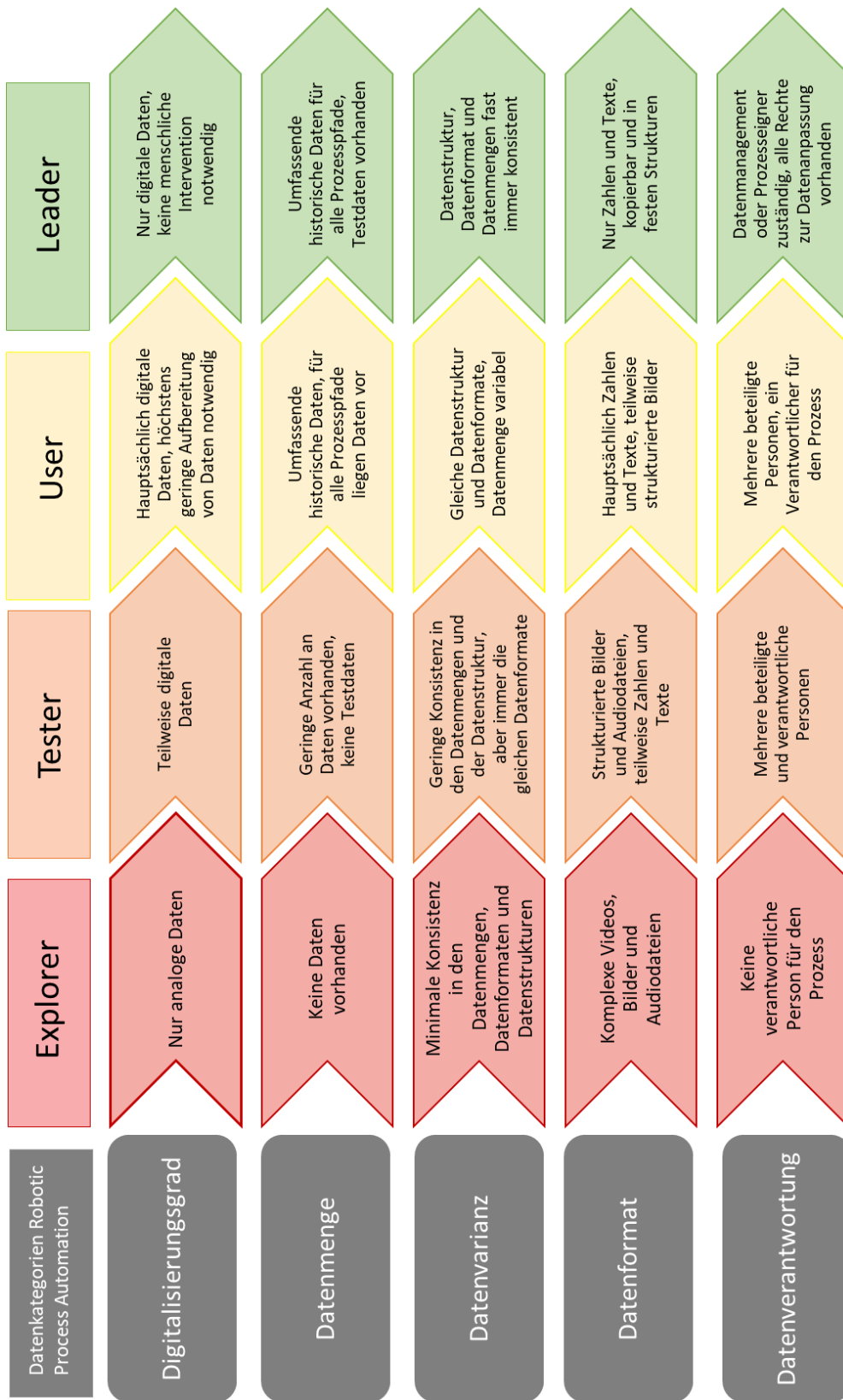
Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

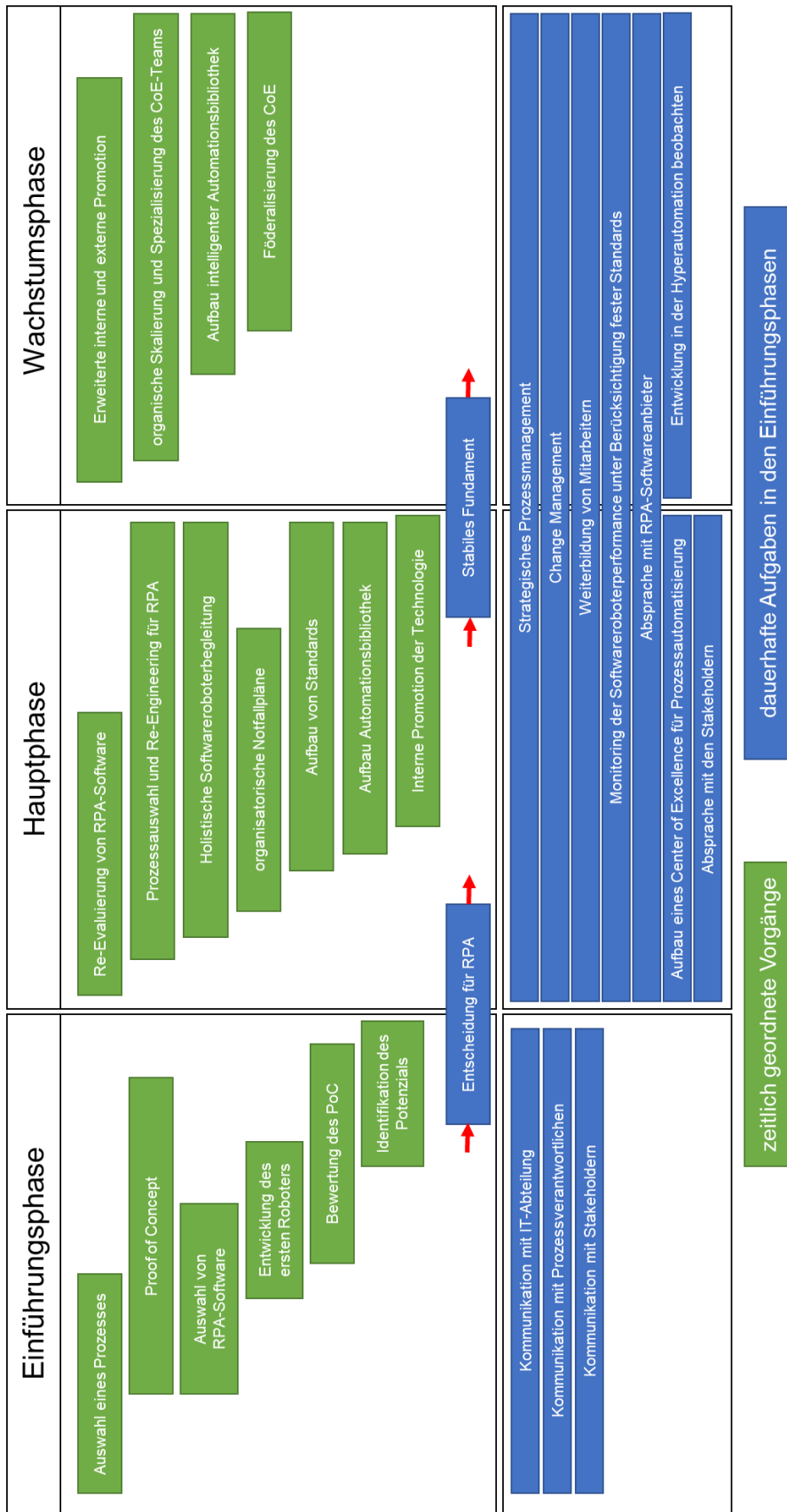


Anhang

Reifegradmodell Daten



RPA-Einführungskonzept



Literaturverzeichnis

- Abel, Jörg; Hirsch-Kreinsen; Steglich, Steffen; Wienzek, Tobias (2019): Akzeptanz von Industrie 4.0. acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften.
- Aguirre, Santiago; Rodriguez, Alejandro (2017): Automation of a Business Process Using Robotic Process Automation (RPA): A Case Study. In: Workshop on Engineering Applications: Springer, Cham, S. 65–71. Online verfügbar unter https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-66963-2_7.
- Albayrak, Can Adam; Gadatsch, Andreas (2017): Digitalisierung für kleinere und mittlere Unternehmen (KMU): Anforderungen an das IT-Management. In: Matthias Knoll und Susanne Strahinger (Hg.): IT-GRC-Management – Governance, Risk und Compliance. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden (Edition HMD), S. 151–166.
- Alexander, S.; Haisermann, A.; Schabicki, T.; Frank, S. (2018): Robotic Process Automation (RPA) im Rechnungswesen und Controlling - welche Chancen ergeben sich. In: *Controlling*, S. 11–19.
- Allweyer, Thomas (2016): Robotic Process Automation - Neue Perspektiven für die Prozessautomatisierung. Hg. v. Fachbereich Informatik und Mikrosystemtechnik Hochschule Kaiserslautern. Online verfügbar unter <https://www.kurze-prozesse.de/blog/wp-content/uploads/2016/11/Neue-Perspektiven-durch-Robotic-Process-Automation.pdf>, zuletzt geprüft am 27.06.2021.
- Anagnoste, Sorin (2013): Setting Up a Robotic Process Automation Center of Excellence. In: *MDKE* 6 (2), S. 307–322. DOI: 10.25019/MDKE/6.2.07.
- Apel, Detlef; Behme, Wolfgang; Eberlein, Rüdiger; Merighi, Christian (2015): Datenqualität erfolgreich steuern: Praxislösungen für Business-Intelligence-Projekte: dpunkt.verlag (Edition TDWI). Online verfügbar unter <https://books.google.de/books?id=kK32DwAAQBAJ>.
- Arnold, Dieter (2006): Intralogistik. Potentiale, Perspektiven, Prognosen. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag GmbH (VDI-Buch).
- Asatiani, Aleksandre; Kämäräinen, Teemu; Penttinen, Esko (2019): Unexpected Problems Associated with the Federated IT Governance Structure in Robotic Process Automation (RPA) Deployment. In: *Business and Economy Working Papers, Aalto University* (No. 2/2019). Online verfügbar unter <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/39966>.
- Backhaus, Klaus; Erichson, Bernd; Gensler, Sonja; Weiber, Rolf; Weiber, Thomas (2021): Clusteranalyse. In: Klaus Backhaus, Bernd Erichson, Sonja Gensler, Rolf Weiber und Thomas Weiber (Hg.): *Multivariate Analysemethoden*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 489–575.
- Beilhammer, Marius (2021): Clean Data: 10 Tipps zu Steigerung der Datenqualität. Online verfügbar unter <https://www.industry-press.com/datenqualitaet/#:~:text=Clean%20Data%3A%20Datenbereinigung%20steigert%20die%20Datenqualit%C3%A4t%20Daten%20bilden,die%20Datenbasis%20vertrauen%20und%20zeitnah%20korrekte%20Entscheidungen%20treffen.>, zuletzt geprüft am 14.12.2021.
- Brettschneider, Jennifer (2020): Bewertung der Einsatzpotenziale und Risiken von Robotic Process Automation. In: *HMD* 57 (6), S. 1097–1110. DOI: 10.1365/s40702-020-00621-y.

- Bullinger, Hans-Jörg; Wörner, Kai; Prieto, Juan (1998): Wissensmanagement — Modelle und Strategien für die Praxis. In: Wissensmanagement: Springer, Berlin, Heidelberg, S. 21–39. Online verfügbar unter https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-71995-0_2.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2021): Open Data: Mit öffentlichen Daten digitale Wirtschaft fördern. Online verfügbar unter <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Digitale-Welt/open-data.html>, zuletzt geprüft am 08.12.2021.
- Business Operations EVP HfS Research (2015): Where is the Action today in Intelligent Automation. Online verfügbar unter https://irpaa.com/wp-content/uploads/2015/10/HfS_Intelligent-Automation-for-OAISS_vFFV.pdf, zuletzt geprüft am 06.07.2021.
- Cai, Li; Zhu, Yangyong (2015): The Challenges of Data Quality and Data Quality Assessment in the Big Data Era. In: *CODATA* 14 (0), S. 2. DOI: 10.5334/dsj-2015-002.
- Camin, Thorsten (2018): Roboter im Shared Service Center. In: *Control Manag Rev* 62 (8), S. 30–37. DOI: 10.1007/s12176-018-0068-0.
- Colhoun, O. (2019): OCR. In: Axel M. Gressner und Torsten Arndt (Hg.): Lexikon der Medizinischen Laboratoriumsdiagnostik. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg (Springer Reference Medizin), S. 1776.
- Cooper, Lauren A.; Holderness, D. Kip; Sorensen, Trevor L.; Wood, David A. (2019): Robotic Process Automation in Public Accounting. In: *Accounting Horizons* 33 (4), S. 15–35. DOI: 10.2308/acch-52466.
- Croon, Philipp; Czarnecki, Christian (2021): 7 Liability for loss or damages caused by RPA. In: *Robotic Process Automation: De Gruyter*, S. 135–152.
- Deloitte (2017): Die Roboter kommen - Die unsichtbare Revolution.
- Ebener, Stefan (2020): Die Anwendung von Machine Learning zur Gewinnung von Erkenntnissen aus Dokumentenstapeln. In: Rüdiger Buchkremer, Thomas Heupel und Oliver Koch (Hg.): Künstliche Intelligenz in Wirtschaft & Gesellschaft: Auswirkungen, Herausforderungen & Handlungsempfehlungen. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 275–295.
- Engl, Elisabeth (2020): OCR-D kompakt: Ergebnisse und Stand der Forschung in der Förderinitiative. In: *Bibliothek Forschung und Praxis* 44 (2), S. 218–230. DOI: 10.1515/bfp-2020-0024.
- Flechsich, Christian; Anslinger, Franziska; Lasch, Rainer (2022): Robotic Process Automation in purchasing and supply management: A multiple case study on potentials, barriers, and implementation. In: *Journal of Purchasing and Supply Management* 28 (1), S. 100718. DOI: 10.1016/j.pursup.2021.100718.
- Fujiyoshi, Hironobu; Hirakawa, Tsubasa; Yamashita, Takayoshi (2019): Deep learning-based image recognition for autonomous driving. In: *IATSS Research* 43 (4), S. 244–252. DOI: 10.1016/j.iatssr.2019.11.008.
- Geographic Scope and Forecast (Hg.) (2021): Optical Character Recognition (OCR) Systems Market Size And Forecast. Online verfügbar unter <https://www.verifiedmarketresearch.com/product/optical-character-recognition-ocr-systems-market/>, zuletzt geprüft am 02.12.2021.
- Gewin, Virginia (2016): Data sharing: An open mind on open data. In: *Nature* 529 (7584), S. 117–119. DOI: 10.1038/nj7584-117a.

- Heinrich, Bernd; Klier, Mathias (2011): Datenqualitätsmetriken für ein ökonomisch orientiertes Qualitätsmanagement. In: Knut Hildebrand, Marcus Gebauer, Holger Hinrichs und Michael Mielke (Hg.): Daten- und Informationsqualität. Wiesbaden: Vieweg+Teubner, S. 49–67.
- Herm, Lukas-Valentin; Janiesch, Christian; Reijers, Hajo A.; Seubert, Franz (2021): From Symbolic RPA to Intelligent RPA: Challenges for Developing and Operating Intelligent Software Robots. In: Artem Polyvyanyy, Moe Thandar Wynn, Amy van Looy und Manfred Reichert (Hg.): Business Process Management. Cham: Springer International Publishing, S. 289–305.
- Hofmann, Peter; Samp, Caroline; Urbach, Nils (2020): Robotic process automation. In: *Electron Markets* 30 (1), S. 99–106. DOI: 10.1007/s12525-019-00365-8.
- Horváth, Péter (2019): Robotik im Büro. In: *Zeitschrift für Familienunternehmen und Strategie* 9 (4), S. 130–134.
- Isensee, Johannes; Reuschenbach, Daniel (2018): RPA im Controlling. Steigerung der Effizienz im Reporting durch Robotic Process Automation. In: *White Paper*.
- Kirchner, J.; Diaz, J.; Henry, G.; Fliss, S.; Culshaw, J.; Gendron, H.; Cawthorne, J. E. (2015): The Center of Excellence Model for Information Services. In: *Council on Library and Information Resources. CLIR Publication No. 163*.
- Kitchin, Rob (2014): The Data Revolution: Big Data, Open Data, Data Infrastructures and Their Consequences: SAGE Publications. Online verfügbar unter <https://books.google.de/books?id=GfOICwAAQBAJ>.
- Kleehaupt-Roither, Barbara; Unger, Tobias (2018): Von RPA-Mythen zur Automatisierungsstrategie. In: *Controlling & Management Review* 62, S. 48–56.
- Koch, Christina; Fedtke, Stephen (2020): Robotic Process Automation. Ein Leitfaden für Führungskräfte zur erfolgreichen Einführung und Betrieb von Software-Robots im Unternehmen. 1st ed. 2020. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; Imprint: Springer Vieweg.
- Kokina, Julia; Gilleran, Ruth; Blanchette, Shay; Stoddard, Donna (2021): Accountant as Digital Innovator: Roles and Competencies in the Age of Automation. In: *Accounting Horizons* 35 (1), S. 153–184. DOI: 10.2308/HORIZONS-19-145.
- Künkele, B.; Beukes, T. (2019): RPA- Roboter im operativen Einkauf, Intelligente Prozessautomatisierung. In: *Beschaffung aktuell*.
- Lacity, Mary C.; Willcocks, Leslie P. (2016): A new approach to automating services. In: *MIT Sloan Management Review* 58 (1), S. 41–49. Online verfügbar unter <http://eprints.lse.ac.uk/68135/>.
- Lacity, Mary C.; Willcocks, Leslie P. (2018): The next phase.
- Langmann, Christian; Turi, Daniel (2020): Robotic Process Automation (RPA) - Digitalisierung und Automatisierung von Prozessen. Voraussetzungen, Funktionsweise und Implementierung am Beispiel des Controllings und Rechnungswesens. 1st ed. 2020. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; Imprint: Springer Gabler.
- Lawton, George (2021): Robotic Process Automation (RPA). Online verfügbar unter <https://www.computerweekly.com/de/definition/Robotic-Process-Automation-RPA>, zuletzt geprüft am 15.07.2021.

- Leitner-Hanetseder, Susanne; Arminger, Josef; Hangl, Christa (2020): IMPACT OF INTANGIBLE ASSETS AND SOFTWARE EXPENSES ON FINANCIAL STATEMENTS AND CAPITAL RATIOS IN THE FINANCIAL SECTOR ... 12. Aufl. Online verfügbar unter <https://www.theibfr.com/wp-content/uploads/2020/05/issn-1941-8589-v15-n2-2020.pdf#page=16>.
- Litzel, Nico (2014): So verbessern Unternehmen ihre Datenqualität. Online verfügbar unter <https://www.bigdata-insider.de/so-verbessern-unternehmen-ihre-datenqualitaet-a-466557/>, zuletzt geprüft am 17.12.2021.
- Loh, Wei-Yin (2014): Fifty Years of Classification and Regression Trees. In: *International Statistical Review* 82 (3), S. 329–348. DOI: 10.1111/insr.12016.
- Luber, Stefan; Litzel, Nico (2020): Was ist ein Decision Tree? Online verfügbar unter <https://www.bigdata-insider.de/was-ist-ein-decision-tree-a-941283/>, zuletzt geprüft am 03.12.2021.
- Madan Kumar, C.; Brindha, M. (2019): Text Extraction from Business Cards and Classification of Extracted Text Into Predefined Classes.
- Massis, Alfredo de; Audretsch, David; Uhlener, Lorraine; Kammerlander, Nadine (2018): Innovation with Limited Resources: Management Lessons from the German Mittelstand. In: *J Prod Innov Manag* 35 (1), S. 125–146. DOI: 10.1111/jpim.12373.
- Maydanchik, Arkady (2007): Data Quality Assessment: Technics Publications. Online verfügbar unter <https://books.google.de/books?id=g43XBgAAQBAJ>.
- McKinsey (2015): Four fundamentals of workplace automation. McKinsey. Online verfügbar unter <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/four-fundamentals-of-workplace-automation#>, zuletzt geprüft am 08.07.2021.
- Memon, Jamshed; Sami, Maira; Khan, Rizwan Ahmed; Uddin, Mueen (2020): Handwritten Optical Character Recognition (OCR): A Comprehensive Systematic Literature Review (SLR). In: *IEEE Access* 8, S. 142642–142668. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3012542.
- Mithe, Ravina; Indalkar, Supriya; Divekar, Nilam (2013): Optical Character Recognition. In: *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, S. 72–75.
- Mohri, Mehryar; Rostamizadeh, Afshin; Talwalkar, Ameet (2018): Foundations of Machine Learning, second edition: MIT Press (Adaptive Computation and Machine Learning series). Online verfügbar unter <https://books.google.de/books?id=dWB9DwAAQBAJ>.
- Moitra, A. (2018): Algorithmic aspects of machine learning. Cambridge, United Kingdom, New York, USA.
- Mujtaba, Hussain (2020): What is Image Recognition and How it is Used? Online verfügbar unter <https://www.mygreatlearning.com/blog/image-recognition/>, zuletzt aktualisiert am 15.06.2020, zuletzt geprüft am 29.11.2021.
- Nelson, Craig (2016): Three Change Management Questions for Business Leaders: ROBOTIC PROCESS AUTOMATION READINESS. In: *Hrsg. von Information Service Group, Inc.* Online verfügbar unter <https://isg-one.com/docs/default-document-library/robotic-process-automation-readiness.pdf?sfvrsn=0>.
- Noppen, Philip; Beerepoot, Iris; van de Weerd, Inge; Jonker, Mathieu; Reijers, Hajo A. (2020): How to Keep RPA Maintainable? In: Dirk Fahland, Chiara Ghidini, Jörg Becker und Marlon Dumas (Hg.): *Business Process Management*, Bd. 12168.

- Cham: Springer International Publishing (Lecture Notes in Computer Science), S. 453–470.
- Obermeier, Walter (2019): Cognitive Automation – ‚Think Tank‘ für RPA und KI. Der nächste große Coup! Online verfügbar unter <https://dokmagazin.de/cognitive-automation-think-tank-fuer-rpa-und-ki/>, zuletzt geprüft am 06.12.2021.
- OECD (2018): Putting faces to the jobs at risk of automation. Policy Brief on the Future of Work. OECD Publishing. Paris. Online verfügbar unter <http://www.oecd.org/els/emp/future-of-work/Automation-policy-brief-2018.pdf>, zuletzt geprüft am 08.07.2021.
- Otto, Boris; Österle, Hubert (2016): Corporate Data Quality. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Oza, Divyang; Padhiyar, Dhruv; Doshi, Viraj; Patil, Sunita (2020): Insurance Claim Processing Using RPA Along With Chatbot. Proceedings of the 3rd International Conference on Advances in Science & Technology (ICAST).
- Patel, Chirag; Patel, Atul; Patel, Dharmendra (2012): Optical Character Recognition by Open source OCR Tool Tesseract: A Case Study. In: *IJCA* 55 (10), S. 50–56.
- Petersen, Jannick; Schröder, Hinrich (2020): Entwicklung einer Robotic Process Automation (RPA)-Governance. In: *HMD* 57 (6), S. 1130–1149. DOI: 10.1365/s40702-020-00659-y.
- Plamondon, R.; Srihari, S. N. (2000): Online and off-line handwriting recognition: a comprehensive survey. In: *IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell.* 22 (1), S. 63–84. DOI: 10.1109/34.824821.
- Radke, Andreas M.; Dang, Minh Trang; Tan, Albert (2020): Using robotic process automation (RPA) to enhance Item master data maintenance process. In: *LogForum* Vol. 16 (no. 1). DOI: 10.17270/J.LOG.2020.380.
- Roedenbeck, Marc; Qari, Salmai; Herold, Marcel (2021): Künstliche Intelligenz im Recruiting: Performancevergleiche des (un-)supervised Learnings bei Bewerbungsdokumenten. In: Thomas Barton und Christian Müller (Hg.): Künstliche Intelligenz in der Anwendung. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden (Angewandte Wirtschaftsinformatik), S. 219–237.
- Roland Berger (2018): The key to a successful RPA strategy.
- Safar, Milad (2021a): Automatisierungspraxis: RPA oder API? Beides! Online verfügbar unter <https://computerwelt.at/news/automatisierungspraxis-rpa-oder-api-beides/>, zuletzt geprüft am 01.12.2021.
- Safar, Milad (2021b): Was ist Robotic Process Automation (RPA)? Die umfassende Einführung in Robotic Process Automation. Online verfügbar unter <https://weissenberg-group.de/was-ist-robotic-process-automation/>, zuletzt geprüft am 06.12.2021.
- Schäfers, Philipp; Schmidt, Matthias (2015): Entwicklung eines integrativen Logistikmodells für die unternehmensinterne Lieferkette. In: *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb* (12), S. 775–778.
- Schieweck, Steffen; Kern-Isberner, Gabriele; Hompel, Michael ten (2016): Intralogistik als Anwendungsgebiet der Antwortmengenprogrammierung – Potenzialanalyse. In: *Logistics Journal : Proceedings* 2016 (05). Online verfügbar unter <https://www.logistics-journal.de/proceedings/2016/fachkolloquium2015/4359/>.

- Schmidt, Matthias; Schäfers, Philipp (2015): Entwicklung eines integrativen Logistikmodells für die unternehmensinterne Lieferkette. In: *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb* (12), S. 775–778. Online verfügbar unter <https://www.degruyter.com/document/doi/10.3139/104.111439/html>.
- Schuh, G. (2012): Produktionsplanung und -steuerung. 4. Aufl.
- Schuh, G.; Potente, T.; Jasinski, T.; Nuyken, T. (2013): LEAN ADMINISTRATION-POTENTIALS, CONTENT AND IMPLEMENTATION STRATEGY. In: *International Journal of Business and Management Studies* (5 (2)), S. 85–94. Online verfügbar unter <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/255792>.
- Schumacher, Andreas; Erol, Selim; Sihn, Wilfried (2016): A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises. In: *Procedia CIRP* 52, S. 161–166. DOI: 10.1016/j.procir.2016.07.040.
- Seiter, Mischa (2019): Business analytics. Wie Sie Daten für die Steuerung von Unternehmen nutzen. 2., komplett überarbeitete und erweiterte Auflage. München: Franz Vahlen. Online verfügbar unter <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=5880354>.
- Smeets, Mario; Erhard, Ralph; Kaußler, Thomas (2019): Robotic Process Automation (RPA) in der Finanzwirtschaft. Technologie – Implementierung – Erfolgsfaktoren für Entscheider und Anwender. 1st ed. 2019. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; Imprint: Springer Gabler.
- Spennato, Massimiliano (2021): Die Wichtigkeit hoher Datenqualität. Online verfügbar unter <https://www-stgaka.dnb.com/de-de/wissen/blog/die-wichtigkeit-hoher-datenqualitaet/>, zuletzt geprüft am 01.12.2021.
- Stock-Homburg, Ruth; Groß, Matthias (2019): Personalmanagement. Theorien – Konzepte – Instrumente. 4th ed. 2019. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; Imprint: Springer Gabler.
- Stöhr, Karsten (2020): IoT-Projekte: Vier Technologien, die das Datenmanagement erleichtern. Online verfügbar unter <https://www.digitalbusiness-cloud.de/iot-projekte-vier-technologien-die-das-datenmanagement-erleichtern/>.
- Stople, A.; Steinsund, H.; Iden, J.; Bygstad, B. (2017): Lightweight IT and the IT function: experiences from robotic process automation in a Norwegian bank. Online verfügbar unter <https://ejournal.iartem.org/index.php/nokobit/article/view/405>.
- Stürze, Sascha; Hoyer, Markus; Righetti, Claudio; Rasztar, Matthias (Hg.) (2021): Agiles Marketing Performance Management. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Torgo, Luís (1997): Functional models for regression tree leaves. In: *ICML* (97).
- VDMA (2003): Fördertechnik und Intralogistik. VDMA. Online verfügbar unter <https://foerd.vdma.org/viewer/-/v2article/render/16118581>, zuletzt geprüft am 15.07.2021.
- Wanner, Jonas; Hofmann, Adrian; Fischer, Marcus; Imgrund, Florian; Geyer-Klingeberg, Jerome (2019): Process Selection in RPA Projects – Towards a Quantifiable Method of Decision Making. In: *Completed Research Paper*. Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/profile/jerome-geyer-klingeberg/publication/337289984_process_selection_in_rpa_projects_-_towards_a_quantifiable_method_of_decision_making.

- Weber, Kristin; Klingenberg, Christiana (2020): Data Governance: Der Leitfaden für die Praxis: Carl Hanser Verlag GmbH & Company KG. Online verfügbar unter <https://books.google.de/books?id=HK8LEAAQBAJ>.
- Wiedenbeck, Michael; Züll, Cornelia (2010): Clusteranalyse. In: Christof Wolf und Henning Best (Hg.): Handbuch der sozialwissenschaftlichen Datenanalyse. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 525–552.
- Willcocks, Leslie P.; Lacity, Mary C.; Craig, Andrew (2015): The IT function and robotic process automation. Online verfügbar unter http://eprints.lse.ac.uk/64519/1/ouwrps_15_05_published.pdf.
- Yarlagadda, Ravi Teja (2018): The RPA and AI Automation. In: *International Journal of Creative Research Thoughts*, S. 365–373.
- Yeh, Tom; Chang, Tsung-Hsiang; Miller, Robert C. (2009): Sikuli: Using GUI screenshots for search and automation. In: Andrew Wilson (Hg.): Proceedings of the 22nd annual ACM symposium on User interface software and technology. the 22nd annual ACM symposium. Victoria, BC, Canada, 04.10.2009 - 07.10.2009. ACM Special Interest Group on Computer Graphics and Interactive Techniques; ACM Special Interest Group on Computer-Human Interaction. New York, NY: ACM, S. 183–192. Online verfügbar unter https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/72686/Miller_Sikuli.pdf%3Bjsessionid%3D6ECE8766D0902913114020D3CB3AC9B4?sequence%3D1, zuletzt geprüft am 07.07.2021.